Annales Mycologici

Editi in notitiam Scientiae Mycologicae Universalis

Vol. IX | No. 6 | Dezember 1911

Über die Spaltung von Amygdalin durch Schimmelpilze.

Von Dr. H. Uhlenhaut aus Ribbensdorf.

Glykoside sind im Pflanzenreiche weit verbreitet. Bei sehr vielen Angiospermen und Gymnospermen hat man in neuerer Zeit Glykosidstoffe nachweisen können. Die Bedeutung, welche diese Stoffe für die Pflanze haben, ist nur teilweise aufgeklärt, aber man kann annehmen, daß sie die Rolle von Reservestoffen spielen, ähnlich der Stärke[1]). Durch die Bildung von glykosidspaltenden Enzymen ist die Pflanze befähigt, das Glykosid in Traubenzucker und in ein oder mehrere weitere Spaltungsprodukte verschiedener Art zu zerlegen und den Zucker als Baustoff zu verwenden.

Während bei den höheren Pflanzen die Glykoside so allgemein vorkommen, ist über ihr Vorhandensein bei niederen Pflanzen um so weniger bekannt. Nur Verwandte der eigentlichen Glykoside, Äther von mehrwertigen Alkoholen, sind in einigen Flechtenarten gefunden worden. Es drängt sich nun die Frage auf: Sind auch niedere Pflanzen imstande, Glykoside zu spalten? Denn wenn auch von ihnen selbst dieser Stoff nicht gebildet wird, so würde es doch für manche von ihnen, die auf pflanzlichem Substrate wachsen, von Vorteil sein, wenn sie sich in den Besitz des für sie wertvollen Glykosidzuckers setzen könnten.

Die ersten Untersuchungen hierüber stellte Bourquelot an. Dieser Forscher veröffentlichte 1893 mehrere Arbeiten[2]), in denen er bei *Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum* und einigen höher organisierten Pilzen

[1]) Vgl. Weewers, Die physiologische Bedeutung einiger Glykoside. Jahrb. wiss. Bot. 1904, Bd. 39, S. 229. — Ferner Treub, Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le Pangium edule Reinw. Ann. du jardin bot. de Buitenzorg, Vol. XIII, p. 1—89 (1895). Derselbe, Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes. Ebenda, I. 2. ser. Vol. IV, p. 86—147 (1905). II. 2. ser. Vol. VI, p. 79—106 (1907). III. 2. ser. Vol. VIII, p. 85—118 (1909).

[2]) Bourquelot, Sur un ferment soluble nouveau dédoublant le tréhalose en glucose. Comptes rendus de l'Ac., 1893, Bd. 116, S. 826. Derselbe, Présence d'un ferment analogue à l'émulsine dans les champignons et en particulier dans les champignons parasites en arbres. Ebenda, 1893, Bd. 117, S. 383. Derselbe Les ferments solubles de l'Aspergillus niger. Bull. de la Société mycologique de France, 1893, S. 230.

eine Anzahl von Fermenten nachwies. Auf diese Fermente wurde die Tätigkeit der Schimmelpilze zurückgeführt, sich die verschiedensten Substrate nutzbar zu machen. So vermochten die Pilze auch die Glykoside zu spalten in Glukose und das Benzolderivat. Nähere Angaben darüber, wie die Spaltung vor sich geht, konnte er nicht geben.

Der nächste, welcher sich mit dieser Frage beschäftigte, war Puriewitsch, welcher 1898 seine Untersuchungen „Über die Spaltung der Glykoside durch die Schimmelpilze" veröffentlicht hat[1]). Er benutzte die Pilze *Aspergillus niger*, *Aspergillus glaucus* und *Penicillium glaucum* und besonders die Glykoside Helicin, Salicin und Amygdalin. Die Hauptresultate seiner Beobachtungen sind folgende: Die Schimmelpilze spalten die Glykoside in Zucker und Benzolderivat. Die Glukose wird vom Myzel aufgenommen, das Derivat wird entweder auch aufgenommen, oder es bleibt in der Lösung zurück, ohne eine weitere Umwandlung zu erfahren. Die Spaltung vollzieht sich unter dem Einflusse von Emulsin. So verhalten sich alle von ihm untersuchten Glykoside mit Ausnahme des Amygdalins, welches etwas anders zerfällt als unter der Einwirkung von Emulsin, nämlich nicht in Glukose, Benzaldehyd und Blausäure, sondern ähnlich der Spaltung mittels Alkalien oder Invertin in Glukose und Amygdalinsäure, und diese zerfällt dann weiter in Glukose und Mandelsäure. Diese Erscheinung schreibt er der Tätigkeit des Invertins zu, das sich ja unter den Enzymen befindet, welche von den Pilzen ausgeschieden werden.

Eine Arbeit, welche sich an die Untersuchungen von Puriewitsch anschließt, veröffentlichte Brunstein 1901[2]). Dieser Verfasser untersuchte die Glykoside Helicin, Salicin, Arbutin und Amygdalin, deren Spaltungsprodukte sich durch chemische Reagenzien nachweisen lassen. Außerdem stellte er Versuche mit Coniferin, myronsaurem Kalium, Saponin und Glycyrrhizin an. Von den Schimmelpilzen zog er eine große Anzahl zu seinen Versuchen heran, besonders *Aspergillus niger*, *Aspergillus Wentii*, *Aspergillus Oryzae*, *Aspergillus glaucus*, *Penicillium glaucum*, *Botrytis cinerea*, *Monilia candida* und *Mucor stolonifer*. Das Resultat seiner Arbeit ist folgendes: Der Nährwert der Glykoside als Nahrungsmittel für Schimmelpilze ist ein recht verschiedener. Ein vollwertiges Nährmittel im Vergleich zu Raulinscher Lösung[3]) ist keines der angewandten Glykoside, doch können immerhin die meisten von ihnen den Pilzen zur Nahrung dienen. Ein gutes Wachstum des Myzels findet vor allem bei der Ernährung mit Coniferin, aber auch mit Amygdalin und myronsaurem Kalium statt. Dagegen schlecht genährt wird es durch Arbutin, Helicin und Salicin. Der

[1]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1898, Bd. 16, S. 368.

[2]) Brunstein, Über Spaltungen von Glykosiden durch Schimmelpilze. Beihefte z. Botan. Centralblatt, 1901, Bd. 10, S. 1.

[3]) Eine sehr kompliziert zusammengesetzte Lösung von 5% Kandiszucker und zahlreichen unorganischen Salzen.

Grund hierfür liegt darin, daß diese Glykoside durch die Bildung schädlicher Spaltungsprodukte (Hydrochinon resp. Salicylsäure) das Wachstum der Pilze zum Stillstand bringen oder gar ihren Tod herbeiführen können.

Der Gang der Spaltung und Verarbeitung aller Glykoside durch die auf die Lösungen übertragenen Schimmelpilzmyzele war derselbe. Es wird zunächst entsprechend den Pilzabsonderungen ein mehr oder weniger großer Teil des Glykosids gespalten in Glukose und Benzolderivat. Die Glukose wird verzehrt, vorausgesetzt, daß das Myzel gesund geblieben ist; das Benzolderivat wird als solches nicht verzehrt, sondern extrazellular unter dem Einflusse von Absonderungen des lebenden Pilzmyzels oxydiert.

Abweichend von Puriewitsch erklärt Brunstein die Spaltung des Amygdalins. Das Amygdalin wird von allen Pilzen gespalten in Glukose und Benzolcyanhydrin, das an dem Blausäuregeruch erkennbar ist. Die Glukose wird von den Pilzen verzehrt. Das Cyanhydrin wird unter dem Einflusse oxydierender Stoffwechselprodukte des Pilzes zu Mandelsäure oxydiert unter gleichzeitiger Abspaltung von Ammoniak. Der Blausäuregeruch tritt in allen den Fällen auf, wo der Prozeß verlangsamt ist, also bei der Aussaat von Sporen auf Amygdalinlösung. Ferner bei denjenigen Pilzen, welche nicht genügende Mengen oxydierender Stoffe absondern, die das abgespaltene Cyanhydrin beseitigen. Als Beispiel hierfür gibt Brunstein *Mucor stolonifer* an.

In demselben Jahre erschien eine Arbeit von Schäffer[1]), die sich mit der gleichen Frage beschäftigt. Schäffer weist für eine Reihe von Pilzen der Gattungen *Aspergillus*, *Penicillium* und *Mucor* die Spaltung von Amygdalin und Helicin sowohl durch das lebende Myzel als auch besonders durch Pilzextrakte nach.

Weitere Angaben hierüber verdanken wir Klebs, der für *Sporodinia grandis*[2]) und *Saprolegnia mixta*[3]) die Fähigkeit zur Spaltung von Glykosiden nachweist. Ferner gibt Burgeff[4]) an, daß auch Orchideenpilze diese Wirkung haben. Auch die Arbeit von Behrens[5]) sei erwähnt, nach welcher *Botrytis cinerea* und *Monilia fructigena* zur Glykosidspaltung geeignet sind.

---

[1]) Schäffer, Beiträge zur Kenntnis der von einigen Schimmelpilzen hervorgebrachten Enzyme. Diss. Erlangen 1901.

[2]) Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze I. Jahrb. wiss. Bot., 1898, Bd. 32, S. 1.

[3]) —, — II. Jahrb. wiss. Bot., 1899, Bd. 33, S. 513.

[4]) Burgeff, Die Wurzelpilze der Orchideen. Ihre Kultur und ihr Leben in der Pflanze. Jena 1909.

[5]) Behrens, Beiträge zur Kenntnis der Obstfäulnis. Centralbl. f. Bakt. 2. Abt. 1898, Bd. 4, S. 514.

Über die Enzyme, welche die Glykosidspaltung bewirken, vergleiche man ferner die Arbeiten von Bourquelot und Hérissey[1]), Hérissey[2]), Rouge[3]) und Kohnstamm[4]).

Damit sind die zurzeit vorliegenden Angaben über Glykosidpsaltung durch Pilze im wesentlichen erschöpft. Auf Veranlassung von Herrn Geheimrat Prof. Dr. Reinke und Herrn Prof. Dr. Küster unternahm ich es, die Spaltung des Amygdalins durch Schimmelpilze von neuem einer Untersuchung zu unterziehen und besonders den Einfluß von verschiedenen äußeren Bedingungen auf die Glykosidspaltung näher zu prüfen. Die Arbeit wurde im Botanischen Institut der Universität Kiel im Sommersemester 1910 und im Wintersemester 1910/11 ausgeführt.

Es sei mir gestattet, meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Reinke und Herrn Prof. Dr. Küster, auch an dieser Stelle für die Übertragung der Arbeit sowie für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung derselben meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Meine Versuche wurden angestellt mit den Schimmelpilzen

Aspergillus niger,
Aspergillus Wentii,
Penicillium glaucum,
Penicillium luteum,
Cladosporium herbarum,
Trichothecium roseum,
Monascus purpureus,
Botrytis cinerea,
Oidium lactis,
Mucor Mucedo,
Mucor racemosus,
Mucor spinosus,
Rhizopus nigricans,
Thamnidium elegans.

Diese Pilze wurden in Reagenzgläsern auf Pflaumensaftagar kultiviert und zu den Untersuchungen in der üblichen Weise auf die betreffenden Nährmedien übergeimpft. Dies geschah in einem Impfkasten[5]), in dem

---

[1]) Bourquelot et Hérissey, Sur les propriétés de l'émulsine des Champignons. Comptes rendus de l'Ac., 1895, Bd. 121, S. 693.

[2]) Hérissey, Recherches sur l'émulsine. Thèse. Paris 1899.

[3]) Rouge, Le Lactarius sanguifluus Fr. et la lipase. Centrabl. f. Bakt., 2. Abt. 1907, Bd. 18, S. 403.

[4]) Kohnstamm, Amylolytische, glykosidspaltende, proteolytische und Cellulose lösende Fermente in holzbewohnenden Pilzen. Beihefte z. Bot. Centralblatt, 1901, Bd. 10, S. 90.

[5]) Über die Einrichtung und den Gebrauch des Impfkastens vgl. Küster, Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen. Leipzig und Berlin 1907, S. 63.

vorher die Keime durch Einleiten von Wasserdampf niedergeschlagen waren, so daß Verunreinigungen möglichst vermieden wurden.

Das Amygdalin war von der Firma C. Merk-Darmstadt bezogen; in den meisten Fällen wurde es in $^1/_2$%iger Lösung angewandt.

Die Kulturen wurden bei einer Zimmertemperatur von 17—20° erzogen, nur *Aspergillus niger* und *Monascus purpureus* wurden im Thermostaten bei 30° kultiviert.

Die oben genannten Autoren haben das Eintreten der Spaltung meist erst nach Ablauf längerer Zeiträume nach der Impfung geprüft. Ich will ihre Angaben zunächst durch Mitteilung darüber ergänzen, in welcher Weise die Spaltungsvorgänge von der Impfung an Tag für Tag fortschreiten.

I. Verhalten verschiedener Pilze auf Amygdalinlösungen.

Die Nährlösung, welche zu diesen wie auch zu allen späteren Versuchen verwandt wurde, war folgendermaßen zusammengesetzt:

0,5% Amygdalin,
0,5% Kaliumnitrat,
0,2% Monokaliumphosphat,
0,2% Magnesiumsulfat.

Die Lösung reagierte schwach sauer.

Je 30 ccm dieser Flüssigkeit wurden in Erlenmeyerkolben von 100 ccm Inhalt gefüllt, im Autoklaven sterilisiert und mit je einem der oben angeführten Schimmelpilze angeimpft. Die Kulturen wurden dunkel gestellt und täglich auf Wachstum, Zuckergehalt, Blausäuregeruch und Reaktion geprüft. Diese Prüfung geschah derart, daß mit einer Pipette, die vor jedem Gebrauch mit 5—10%iger Salzsäurelösung und darauf mit keimfreiem, destilliertem Wasser gereinigt war, 1 ccm der Flüssigkeit herausgeholt und mit den üblichen Reagenzien untersucht wurde. Auf Säure wurde mit Lackmuspapier, auf Zucker mit Fehlingscher Lösung[1]) geprüft. Zwar war bei diesem Verfahren die Gefahr der Infektion groß, aber bei vorsichtigem Arbeiten ließ sie sich ziemlich einschränken.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind im folgenden zusammengestellt.

Aspergillus niger.

Keimung und Wachstum konnten makroskopisch schon nach einem Tage beobachtet werden; es hatte sich ein kleines an der Oberfläche

[1]) Die Fehlingsche Lösung bestand aus den 3 Teilen:
A. 3,5% Kupfersulfat,
B. 17,3% Seignettesalz,
C. 12% Natronlauge.
Zur Untersuchung wurde je 1 Vol. dieser Lösungen mit 2 Vol. der auf Zucker zu untersuchenden Flüssigkeit zusammengemischt.

schwimmendes Myzel gebildet. Am zweiten Tage war das Myzel abermals gewachsen und zeigte bereits Anlage zur Fruktifikation. Das Wachstum nahm bis zum 4. Tage sichtlich zu, von da ab war die Zunahme nur unbedeutend. Am 5. Tage war die Reaktion stark sauer, jedoch die Azidität nahm schnell ab, und am folgenden Tage reagierte die Flüssigkeit wieder schwach sauer. Vom 6. Tage ab war schwacher Blausäuregeruch wahrzunehmen, der am 10. Tage wieder verschwand. Gleichzeitig am 6. Tage gab Aufkochen mit Fehlingscher Lösung einen mäßig starken Niederschlag, der an den Tagen vorher nicht vorhanden war. An diesem Tage war also die Spaltung des Amygdalins durch den Pilz so lebhaft, daß nicht mehr die ganzen Spaltungsprodukte verbraucht werden konnten.

Da nach Annahme von Brunstein der Zucker von dem Myzel aufgenommen, das Benzolcyanhydrin aber durch oxydierende Substanzen, welche vom Pilzmyzel ausgeschieden werden, unter Abspaltung von Ammoniak zu Mandelsäure oxydiert wird, so war die Abscheidung von oxydierenden Substanzen in diesem Falle um ein geringes schwächer als die Spaltung des Glykosids, da etwas Blausäuregeruch bemerkbar war, demnach also geringe Mengen von Cyanhydrin sich in der Flüssigkeit befanden. Die Zuckeraufnahme durch das Myzel blieb beträchtlich hinter der Spaltung zurück. Am 7. Tage war die Zuckerreaktion schwächer, sie ließ an den folgenden Tagen noch mehr nach, bis am 11. Tage kein Zucker mehr in der Flüssigkeit vorhanden war. An diesem Tage war dagegen ein deutlicher Fortschritt in der Fruktifikation zu konstatieren. Die Fruktifikation nahm ständig zu, und am 14. Tage war fast die ganze Oberfläche mit schwarzer Sporenmasse bedeckt.

Der Vorgang, daß der Zucker- und Cyanhydringehalt der Flüssigkeit bei beginnender Fruktifikation sinkt, bestätigt die Beobachtungen Hérisseys. Dieser Autor gibt in seiner oben erwähnten Arbeit[1]) an, daß bei *Aspergillus niger* die Menge des produzierten „Emulsins“ um so geringer wird, je mehr der Pilz der Sporenbildung entgegengeht. In meinen Kulturen konnte das Myzel also, da die Spaltung des Amygdalins verlangsamt wurde, leicht die unverbrauchten Spaltungsprodukte, welche sich noch in der Flüssigkeit befanden, verarbeiten. Diese Erscheinung bleibt nicht auf *Aspergillus niger* allein beschränkt, sondern fast alle von mir untersuchten Pilze verhielten sich ähnlich.

Am deutlichsten tritt dieser Vorgang bei

Aspergillus Wentii

in Erscheinung. Hier war eine sehr schwache Keimung nach 2 Tagen zu bemerken. Am 3. Tage sah man an den Wänden des Gefäßes und auch an der Oberfläche kleine Myzelflöckchen. Das Myzel wuchs in der folgenden Zeit langsam aber stetig weiter. Vom 4.—5. Tage zeigte die

[1]) Siehe S. 570, Anm. 2.

Flüssigkeit eine stark saure Reaktion. Blausäuregeruch trat bei diesem Pilze nicht auf, dagegen am 9. und 10. Tage ein modriger Geruch. Am 5. Tage gab Fehlingsche Lösung einen schwachen Niederschlag; dieser war am 6. Tage schon recht stark, er nahm an den folgenden Tagen weiter zu und erreichte am 9. und 10. Tage sein Maximum. Vom 11. Tage an begann das Myzel zu fruktifizieren; am 12. Tage war die Färbung der Oberfläche weißlichgelb, am 14. Tage zitronengelb, bis sie am 21. Tage einen dunkelgelben bis braunen Ton annahm. Mit Beginn der Fruktifikation nimmt auch bei *Aspergillus Wentii* der Zuckergehalt der Flüssigkeit ab. Am 12. Tage ergab die Probe mit Fehlingscher Lösung nur einen geringen Niederschlag, und am 14. Tage war der Zucker aus der Lösung völlig verschwunden.

Penicillium glaucum.

Die Sporen dieses Pilzes keimten nach 3 Tagen und bildeten ein kleines an der Oberfläche schwimmendes Myzel. Nach 5 Tagen trat Fruktifikation ein, und nach 12 Tagen bedeckten die bläulichgrünen Konidien fast die ganze Oberfläche der Kulturflüssigkeit. Blausäuregeruch trat bei *Penicillium glaucum* niemals auf. Pfeffer, welcher in seiner Pflanzenphysiologie über einige Versuche berichtet[1]), gibt ebenfalls an, daß er bei diesem Pilz auf 1%iger Amygdalinlösung keine Blausäure wahrgenommen habe. Abweichend hiervon sind die Angaben von Puriewitsch und Brunstein, denn diese beiden Autoren konnten in Penicilliumkulturen deutlichen Blausäuregeruch feststellen. Bei der Beurteilung dieser Meinungsdifferenz muß man sich jedoch gegenwärtig halten, daß die Nährlösung, auf welche Puriewitsch und Brunstein *Penicillium*-Sporen impften, von der meinigen verschieden war. Weiterhin wäre zu bedenken, daß unter dem Namen *Penicillium glaucum* eine große Anzahl verschiedenartiger Pilzspezies sich verbirgt[2]). Schwache Zuckerreaktionen traten nur vorübergehend am 5., 11. und 17. Tage auf. Bei diesem Pilze wird Cyanhydrin also stets sofort oxydiert, und der Zuckerverbrauch geht mit der Spaltung annähernd im gleichen Schritte; nur an den genannten Tagen war der Verbrauch um ein geringes hinter der Spaltung zurückgeblieben.

Penicillium luteum

keimte ebenfalls nach 3 Tagen, doch blieb hier vorläufig das Myzel submers. Am 7. Tage war sehr schwacher Blausäuregeruch wahrzunehmen, der allmählich stärker wurde und am 12. Tage sein Maximum erreichte. Am 17. Tage war der Geruch nur noch schwach, und am

---

[1]) Pfeffer, Pflanzenphysiologie. Leipzig 1897, Bd. 1, S. 495.

[2]) Vgl. Thom, Studies of species of *Penicillium*. Sep.-A. aus Department of Agriculture, Bureau of animal Industrie Bulletin 118. Washington 1910. Ferner Wächter, Über die Koremien des *Penicillium glaucum*. Jahrb. wiss. Bot. 1910, Bd. 48, S. 521.

20. Tage war er völlig verschwunden. Gleichzeitig mit dem Auftreten des Blausäuregeruches war in der Lösung etwas Zucker nachzuweisen; während aber der Blausäuregeruch an den folgenden Tagen zunahm, nahm der Zuckergehalt ab. Am 12. Tage war bereits kein Zucker mehr nachzuweisen. Die Fruktifikation trat erst am 17. Tage ein. Bei *Penicillium luteum* ist demnach die Bildung oxydierender Stoffe ziemlich gering, da Cyanhydrin längere Zeit und in viel größeren Mengen in der Flüssigkeit unverarbeitet blieb als Zucker.

Cladosporium herbarum.

Das Wachstum dieses Pilzes auf Amygdalinlösung war nur gering. Keimung war makroskopisch nach 2—3 Tagen zu erkennen. Besonders an der Glaswand hatten sich kleine Flöckchen gebildet, aber auch an der Oberfläche schwammen kleine Myzelfetzen. Diese vergrößerten sich nur langsam, sie hatten nach 17 Tagen einen Durchmesser von etwa 2 mm. Bereits am 4. Tage gab die Lösung deutliche Zuckerreaktionen, obgleich der Pilz nur wenig entwickelt war. Diese Reaktionen wurden täglich stärker, und am 14. Tage war das Maximum erreicht. Nun blieb die Reaktion konstant. Schwacher Blausäuregeruch zeigte sich am 10. Tage; er wurde an den folgenden Tagen deutlicher, und etwa am 20. Tage war er sehr intensiv geworden. Das Myzel machte am 17. Tage einen abgestorbenen Eindruck; es war durch die großen Mengen von Cyanhydrin, welche nach dem Geruch zu schließen in der Flüssigkeit vorhanden waren, getötet worden.

Hier liegt dasselbe Ergebnis vor, wie es Brunnstein bei *Mucor stolonifer (Rhizopus nigricans)* gefunden hat. Der Vorgang erklärt sich folgendermaßen: Das Wachstum des Pilzes auf Amygdalinlösung ist gering. Trotzdem werden im Myzel reichliche Mengen von Fermenten gebildet, welche das Glykosid schneller spalten, als das kleine Myzel die Spaltungsprodukte verarbeiten kann. Daher die großen unverbrauchten Zuckermengen in der Flüssigkeit. Oxydierende Substanzen werden vorläufig noch in genügender Menge geliefert, um das Cyanhydrin zu beseitigen. Aber vom 10. Tage ab ist das Myzel dazu nicht mehr imstande. Das Cyanhydrin tritt in immer größeren Mengen auf und wirkt schließlich tödlich auf das Myzel ein. Daß der Blausäuregeruch, nachdem der Pilz schon tot ist, weiter zunimmt, erklärt sich daraus, daß die gebildeten Fermente noch eine Zeitlang Amygdalin spalten. Da von dem toten Pilz aber keine oxydierenden Stoffe mehr produziert werden, so bleibt das Cyanhydrin in der Flüssigkeit erhalten.

Trichothecium roseum

entwickelte sich auf Amygdalinlösung sehr langsam. Erst nach 4 Tagen war eine schwache Keimung makroskopisch wahrzunehmen, und nach 12 Tagen betrug der Durchmesser des Myzels kaum 1 cm. Geruch nach

Blausäure und Zuckerreaktionen traten nicht auf. Demnach war die Enzymproduktion dieses Pilzes sehr gering. Aus diesem Umstande läßt sich auch das langsame Wachstum erklären: Dem Pilze stehen nicht genügende Mengen abgespaltenen Zuckers zu seiner Ernährung zur Verfügung, und das Myzel bleibt klein. Daß das bei der Spaltung ebenfalls nur in sehr geringen Quantitäten freiwerdende Cyanhydrin leicht oxydiert werden kann, ist wohl verständlich.

Monascus purpureus

wuchs bei 30° recht gut. Schon nach einem Tage schwamm ein kleines untergetauchtes Myzel in der Flüssigkeit. Das Wachstum machte an den folgenden Tagen rasche Fortschritte, und am 9. Tage hatte das Myzel bereits einen Durchmeser von 4 cm. Am 12. Tage begann es zu fruktifizieren, und die Lösung nahm eine orangerote Farbe an. Gleichzeitig machte sich ein schwacher Blausäuregeruch bemerkbar, der vom 16.—19. Tage deutlich wahrnehmbar, aber nicht stark war; am 22. Tage verschwand er wieder. Zuckerreaktionen wurden nicht erhalten. Am 17. Tage reagierte die Lösung stark sauer. Am Schluß der Beobachtungen (nach 24 Tagen) war weder Zucker noch Cyanhydrin in der Flüssigkeit vorhanden. Das Myzel hatte eine purpurrote und die Flüssigkeit eine hellrote Farbe.

Bei *Monascus purpureus* schreitet anfangs der Verbrauch des Zuckers und die Oxydation des Cyanhydrins gleichmäßig mit der Spaltung fort. Etwa nach 12 Tagen bildet das gut entwickelte Myzel reichlich amygdalinspaltende Enzyme. Der Zucker wird bei dem schnellen Wachstum zum Aufbau verbraucht, aber das ebenso reichlich abgespaltene Cyanhydrin kann nicht so schnell oxydiert werden und bleibt in der Flüssigkeit zurück. Schließlich wird die Fruktifikation stärker und dadurch läßt die Enzymproduktion nach. Die Spaltungstätigkeit wird geringer und das Cyanhydrin in der Lösung kann nun ebenfalls verarbeitet werden.

Botrytis cinerea

keimte nach 2 Tagen. Die Entwicklung dieses Pilzes war anfangs verhältnismäßig langsam, sie wurde jedoch nach etwa 8 Tagen kräftiger und nahm später derartig zu, daß *Botrytis* am Schluß der Untersuchungen von allen Pilzen das kräftigste Myzel aufzuweisen hatte. Vom 3. Tage an machte sich in der Kultur der für *Botrytis* charakteristische Geruch nach moderndem Heu bemerkbar, der täglich stärker wurde und nicht wieder verschwand. Die Lösung gab am 7. Tage eine schwache Reaktion auf Zucker. Der Niederschlag mit Fehlingscher Lösung nahm täglich zu; am 10. Tage war er sehr stark, doch nun nahm er schnell wieder ab. Am 13. Tage war bereits kein Zucker mehr nachweisbar. Die Fruktifikation begann am 9. Tage und am 14. Tage saßen an den Wandungen Sklerotien. Wie im vorigen Falle, so wird auch hier die Spaltung mit zunehmendem Wachstum des Myzels stärker, doch durch das Eintreten der

Fruktifikation wird die Spaltungstätigkeit bald wieder gehemmt, und der Zuckergehalt geht schnell zurück.

Oidium lactis

zeigte auf Amygdalinlösungen ein sehr schnelles Wachstum. Schon nach einem Tage hatte sich ein ziemlich großes Myzel gebildet, das sich kräftig weiter entwickelte, und das nach drei Tagen fast die ganze Flüssigkeit durchwuchert hatte. Blausäuregeruch trat niemals auf, auch Zucker war in der Lösung nur am 6. Tage in sehr geringer Menge nachzuweisen. Am 5. und am 20. Tage reagierte die Flüssigkeit stark sauer. Dieser Pilz war also, vielleicht infolge seines schnellen Wachstums, imstande, die Spaltungsprodukte stets sofort weiter zu verarbeiten.

Während die eben erwähnten Schimmelpilze in ihren Eigenschaften große Unterschiede aufweisen, stimmen die nun folgenden *Mucoraceen* miteinander in vielen Punkten überein.

Mucor spinosus.

Die Entwicklung in der ersten Woche war sehr gut. 2 Tage nach der Aussaat der Sporen war bereits ein kleines untergetauchtes Myzel zu erkennen; am 3. Tage hatte es einen Durchmesser von 2 cm. Am 4. Tage trat ein süßlicher Geruch auf, der am folgenden Tage deutlich als Blausäuregeruch erkennbar wurde. Dieser Geruch wurde täglich kräftiger, nach 9 Tagen war er ziemlich stark und nach 16 Tagen sehr intensiv. Geringe Mengen von Zucker fanden sich in der Flüssigkeit 5 Tage nach der Aussaat, gleichzeitig mit dem Auftreten des Blausäuregeruchs. An den folgenden Tagen war die Lösung frei von Zucker, und erst am 10. Tage traten wieder schwache Zuckerreaktionen auf, die aber schnell stärker wurden, und die bereits am 14. Tage so kräftig waren, daß alles Kupfersulfat der Fehlingschen Lösung reduziert wurde. Blausäuregeruch und Zuckerreaktionen blieben bis zum Schlusse der Untersuchungen konstant. Bereits am 10. Tage war kein Wachstum des Pilzes mehr zu bemerken, und am 15. Tage schien das Myzel abgestorben zu sein. Zur Fruktifikation kam es weder bei *Mucor spinosus* noch bei den übrigen Mucoraceen.

Hier haben wir die Erscheinung, daß das Myzel bei dem schnellen Wachstum in der ersten Zeit die Spaltungsprodukte verarbeiten kann. Bald werden aber von dem raschwachsenden Myzel derartige Mengen von glykosidspaltenden Enzymen geliefert, daß die Spaltungsprodukte nicht mehr vom Pilze beseitigt werden können. Da es an der nötigen Menge oxydierender Substanzen fehlt, so bleibt das Cyanhydrin als solches in der Kulturflüssigkeit erhalten. Zunächst wirkt es wachstumshemmend, so daß der abgespaltene Zucker nicht mehr völlig aufgezehrt wird und in der Lösung nachgewiesen werden kann. Die Spaltung des Glykosids durch die Enzyme schreitet aber weiter, und schließlich übt der große Gehalt an Cyanhydrin eine tötende Wirkung aus.

Bei *Mucor racemosus*

tritt diese Erscheinung noch deutlicher hervor. Die Keimung war makroskopisch schon nach einem Tage sichtbar. Das Wachstum war ein ähnliches wie bei *Mucor spinosus*, jedoch der Stillstand trat bereits einige Tage früher ein. Der süßliche Geruch machte sich am 2. Tage bemerkbar, am 4. Tage konnte man einen starken Blausäuregeruch feststellen, und am 6. Tage war er sehr intensiv geworden. Auch die Zuckerreaktionen erfolgten bei diesem Pilze bedeutend früher. Am 3. Tage gab die Probe mit Fehlingscher Lösung einen geringen Niederschlag. Dieser Niederschlag wurde täglich stärker, und am 10. Tage fiel alles Kupfer der Fehlingschen Lösung aus. Der Tod des Myzels schien etwa am 12. Tage eingetreten zu sein.

Mucor Mucedo

wuchs auf Amygdalinlösung nicht so gut wie diese beiden Mucoraceen, und der uns interessierende Spaltungsvorgang machte sich bei diesem Pilze langsamer und schwächer geltend. Erst nach 3 Tagen war eine geringe Keimung makroskopisch wahrzunehmen. Am 9. Tage machte sich ein deutlicher Blausäuregeruch bemerkbar, der allmählich stärker wurde. Am 14. Tage waren geringe Zuckermengen in der Flüssigkeit vorhanden; diese häuften sich bis zum Abschluß der Untersuchungen ziemlich stark an. Auch in dieser Kultur schien der Tod des Pilzes eingetreten zu sein.

Rhizopus nigricans.

Bei diesem Pilze hat schon Brunstein auf die schädlichen Wirkungen des Cyanhydrins hingewiesen, die schließlich den Tod des Organismus herbeiführen.

Die Keimung war nach 2 Tagen makroskopisch sichtbar. Das Myzel entwickelte sich an den ersten Tagen gut, später langsamer. Vom 4.—6. Tage machte sich vorübergehend schwacher Blausäuregeruch bemerkbar. Dieser Geruch trat am 9. Tage wieder auf und wurde nun täglich stärker. Am 5. Tage gab die Lösung schwache Zuckerreaktionen, die jedoch nicht wieder zurückgingen, sondern täglich zunahmen. Vom 4.—6. Tage war die Reaktion der Flüssigkeit stark sauer. Das Myzel blieb zum größten Teile untergetaucht, an einigen Stellen trat es wohl an die Oberfläche, bildete jedoch niemals Sporangien. Am 20. Tage war auch dieser Pilz abgestorben.

Thamnidium elegans

zeigte in seinem chemisch-physiologischen Verhalten viel Ähnlichkeit mit *Mucor Mucedo*; das langsame Wachstum beider Pilze in diesen Kulturen dürfte die Ursache hierfür sein. Keimung war nach 2 Tagen makroskopisch wahrzunehmen. Das Wachstum machte langsame Fortschritte, und nach 9 Tagen betrug der Durchmesser des Myzels nur 1—$1^1/_2$ cm. Am 5. Tage waren in der Flüssigkeit geringe Mengen von Zucker nach-

weisbar, welche am nächsten Tage fast ganz und am übernächsten Tage vollständig verschwunden waren. Am 9. Tage war schwacher Blausäuregeruch bemerkbar; dieser nahm allmählich zu. Ein leichter Niederschlag fiel mit Fehlingscher Lösung am 12. Tage aus, am 13. war die Flüssigkeit frei von Zucker, aber vom 14. Tage ab zeigten sich wieder täglich anwachsende Zuckermengen. Am 20. Tage war die Reaktion der Flüssigkeit stark sauer. Am 24. Tage war das Myzel von *Thamnidium* noch lebend im Gegensatz zu dem der anderen Mucoraceen, welche zur Untersuchung dienten.

Das physiologische Verhalten von sämtlichen untersuchten Mucoraceen stimmt darin überein, daß die Enzymproduktion bei ihnen besonders stark ist. Daher werden große Quantitäten des Glykosids gespalten, die das Myzel nicht so schnell verarbeiten kann. Das Cyanhydrin wirkt zunächst wachstumshemmend und schließlich tötend auf den Pilz ein.

II. Kombinierte Kulturen.

Wenn die Anschauung über die Spaltungsvorgänge, welche von Brunstein entwickelt und bei den Erklärungen der soeben geschilderten Versuche auch von mir zugrunde gelegt wurde, richtig ist, so müßte es möglich sein, daß das von einem schnell spaltenden Pilze gelieferte Cyanhydrin (z. B. von *Rhizopus*), welches von dem spaltenden Pilze selbst nicht mehr oxydiert werden kann, durch die überschüssigen oxydierenden Stoffe eines anderen Pilzes, der solche reichlich absondert, beseitigt würde. Ich versuchte diese Frage mit Hilfe „kombinierter Kulturen", d. h. solcher, bei welchen zwei Pilze nebeneinander auf demselben Substrate kultiviert werden, zu lösen. Um hierbei auch das Wachstum eines jeden der beiden Pilze genau beobachten zu können, schlug ich folgendes Verfahren ein:

U-förmige Röhren von 17 mm Weite und 170 mm Höhe wurden mit 20 ccm der oben angegebenen amygdalinhaltigen Nährlösung angefüllt, verschlossen und sterilisiert. In der Krümmung der Röhre befand sich ein Stopfen von Glaswolle, der den Flüssigkeitsaustausch in den beiden Schenkeln nicht hemmte, der aber nach Möglichkeit verhindern sollte, daß das Myzel der beiden Schenkel beim Untersinken zusammenkam. In den einen Schenkel dieser Röhren wurde *Rhizopus nigricans* übergeimpft, in den andern je einer der übrigen Pilze. Nach 3 Wochen lieferten diese Versuche folgendes Ergebnis:

Aspergillus niger + Rhizopus.

Aspergillus niger wuchs bei Zimmertemperatur nicht gut: das Myzel war klein geblieben und sah abgestorben aus. *Rhizopus* hatte nur ein submerses Myzel gebildet, das aber die ganze Flüssigkeit durchwuchert und sogar den Glaswollestopfen durchwachsen hatte. Die Flüssigkeit roch in

beiden Schenkeln stark nach Blausäure. In diesem Falle hatte das langsam wachsende Myzel von *Aspergillus* wenig Einfluß auf die Spaltungsvorgänge bei *Rhizopus* gehabt. *Rhizopus* hatte sich wie gewöhnlich entwickelt und große Mengen von Cyanhydrin abgespalten, die er nicht beseitigen konnte. Dieses Cyanhydrin führte auch den Tod von *Aspergillus* herbei.

Aspergillus Wentii + *Rhizopus.*

Aspergillus Wentii verhielt sich anders. Das Wachstum dieses Pilzes ist bei Zimmertemperatur ein recht gutes, und die früheren Versuche hatten gezeigt, daß er imstande war, das von ihm selbst abgespaltene Cyanhydrin zu beseitigen. Das Myzel war in dem U-Rohre üppig gewachsen, wie es schien besser als in dem Reagenzglase, in dem der Pilz zur Kontrolle auf derselben Nährlösung, aber allein wuchs. *Rhizopus* war mittelmäßig entwickelt. Blausäuregeruch war in keinem Schenkel wahrzunehmen. Die Erklärung hierfür ist leicht. *Aspergillus Wentii* bildet größere Mengen von oxydierenden Stoffen, als nötig sind, um das von ihm selbst produzierte Cyanhydrin zu oxydieren. Diese Stoffe sind sogar ausreichend, um auch das von *Rhizopus* abgespaltene und nicht verarbeitete Cyanhydrin zu Mandelsäure umzuwandeln. Gleichzeitig gibt diese Auffassung eine gute Erklärung für das üppige Wachstum von *Aspergillus Wentii* in dieser Kultur: er hat den reichlich von *Rhizopus* abgespaltenen Zucker zur Vergrößerung seines eigenen Myzels verwandt.

Penicillium glaucum + *Rhizopus.*

Diese Kultur verhielt sich ähnlich. *Penicillium* hatte in der früher besprochenen Kultur ebenfalls genügende Mengen oxydierender Stoffe gebildet, um das durch das eigene Myzel abgespaltene Cyanhydrin zu verarbeiten. In der Kultur mit *Rhizopus* zusammen zeigte sich *Penicillium glaucum* fähig, auch das von diesem Pilze abgespaltene Cyanhydrin mit zu verarbeiten. Beide Pilze sahen gesund aus. Ob das Myzel in dieser Kultur besser entwickelt war, als in der isolierten *Penicillium*-Kultur, ließ sich nicht entscheiden.

Penicillium luteum + *Rhizopus.*

Penicillium luteum war nur wenig gewachsen, dagegen hatte sich *Rhizopus* gut entwickelt. Das Myzel war sogar durch die Glaswolle in den anderen Schenkel eingedrungen und hatte diesen ebenfalls ausgefüllt. In beiden Schenkeln war starker Geruch nach Blausäure bemerkbar. Diese Erscheinung läßt sich folgendermaßen erklären: *Penicillium luteum* in Reinkultur gab nach 7 Tagen schwachen Blausäuregeruch, der täglich stärker wurde, war also nicht imstande, das von ihm selbst abgespaltene Cyanhydrin umzuwandeln; folglich konnte dieser Pilz auf die Spaltungsvorgänge bei *Rhizopus* keinen bedeutenden Einfluß ausüben.

Cladosporium herbarum + *Rhizopus.*

Diese Kultur wies ein recht eigenartiges Verhalten auf. *Cladosporium* war gut entwickelt und hatte auf der Oberfläche der Flüssigkeit an den Glaswandungen dunkelgrüne Konidien gebildet. *Rhizopus* war im eigenen Schenkel nur wenig gewachsen, das Myzel war aber durch die Glaswolle in den anderen Schenkel hinübergetreten und zeigte dort ein üppiges Wachstum. Beide Pilze sahen gesund aus. Während sonst bei allen Kulturen auf Amygdalinlösungen *Rhizopus* nur ein untergetauchtes Myzel bildete und Sporangienbildung nie beobachtet werden konnte, hatte der Pilz in diesem Falle in dem Schenkel, in welchem sich *Cladosporium* befand, durch das Myzel dieses Pilzes hindurch lange Fruchthyphen entwickelt (1—2 cm lang), welche mit einer dichten schwarzen Schicht von Sporangien bedeckt waren. Blausäuregeruch war nur in dem Schenkel, in welchem *Rhizopus* allein wuchs, schwach wahrzunehmen.

Wie soll man sich dieses merkwürdige Verhalten erklären? Sowohl *Cladosporium* als auch *Rhizopus* entwickelten sich in Reinkulturen nur schwach und wurden bald von dem abgespaltenen Cyanhydrin getötet. Die Flüssigkeit, auf der *Cladosporium* allein gewachsen war, enthielt bereits nach 4 Tagen reichlich überschüssigen Zucker, den das Myzel nicht verwerten konnte, dagegen freies Cyanhydrin wurde erst am 10. Tage festgestellt. Die Lösung, auf der sich *Rhizopus* befand, enthielt etwa zu derselben Zeit unverbrauchten Zucker, dagegen trat der Blausäuregeruch schon am 2. Tage nach der Aussaat auf. Vielleicht kann man den Vorgang in der kombinierten Kultur folgendermaßen auffassen: *Rhizopus* allein bildet wenig oxydierende Substanzen, das abgespaltene Cyanhydrin bleibt in der Flüssigkeit und macht seinen schädlichen Einfluß auf das Myzel geltend. Das Wachstum wird gehemmt, und die Bildung oxydierender Stoffe läßt immer mehr nach, während die Spaltung des Amygdalins fortschreitet. Bei *Cladosporium* dagegen wird das Cyanhydrin noch bis zum 10. Tage oxydiert und erst dann unterliegt der Pilz. Bringt man nun beide Pilze auf dieselbe Flüssigkeit, so dringt das schnellwachsende Myzel von *Rhizopus* gleich in den ersten Tagen in den anderen Schenkel ein, und es ist anzunehmen, daß es hier den überschüssigen gespaltenen Zucker zu seinem Aufbau verwendet. Vielleicht ist *Cladosporium* befähigt, anfangs auch das durch *Rhizopus* abgespaltene Cyanhydrin zu oxydieren, so daß der schädliche Einfluß möglichst hinausgeschoben wird. Nun setzt inzwischen bei *Rhizopus* die Fruktifikation ein. Hierbei tritt, wie die Beispiele von *Aspergillus niger* und *Aspergillus Wentii* lehren, eine Verlangsamung der Glykosidspaltung ein. Da der Zuckerverbrauch und die Oxydation des Cyanhydrins aber unabhängig hiervon in gleicher Weise fortschreiten, so gelingt es den beiden Pilzen schließlich, die Spaltungsstoffe zu beseitigen.

Ob mit dieser Erklärung das Richtige getroffen ist, muß freilich dahingestellt bleiben. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß *Cladosporium*

auch durch andere Stoffwechselprodukte, welche mit der Spaltung des Amygdalins und der Oxydation des Cyanhydrins nichts zu tun haben, auf den neben ihm wachsenden *Rhizopus* in der geschilderten Weise wirkt[1]).

Trichothecium roseum + *Rhizopus.*

Trichothecium roseum war sehr gut gewachsen, bedeutend besser als auf der gleichzeitig angesetzten Kontrollkultur, auf welcher dieser Pilz allein wuchs. *Rhizopus* war mäßig gut entwickelt und durch die Glaswolle in den anderen Schenkel hinübergetreten bis zu dem Myzel von *Trichothecium* hin. In dem Schenkel, in welchem *Rhizopus* allein wuchs, zeigte sich schwacher Blausäuregeruch, ein Zeichen dafür, daß die Spaltungsprodukte nur mäßig schnell von einem Schenkel der U-Röhre in den anderen hineindiffundieren.

Da in Reinkulturen *Trichothecium* sehr langsam wuchs, mußte man annehmen, daß das Myzel sehr wenig glykosidspaltende Enzyme bildete, und daß es ihm daher zur genügenden Ernährung an dem notwendigen Zucker fehlte. Diese Annahme stimmt mit dem Verhalten in der kombinierten Kultur vollkommen überein. Hier nimmt das Myzel von *Trichothecium* den überschüssigen Zucker auf, der von den Enzymen des *Rhizopus* in reichlicher Menge abgespalten wird. Daß *Trichothecium* bei dem üppigen Wachstum genügende Mengen oxydierender Substanzen bildet, läßt sich leicht vorstellen.

Monascus purpureus + *Rhizopus.*

Monascus war bei der niedrigen Temperatur nur schwach entwickelt, konnte also auf die Spaltungsvorgänge kaum einen wesentlichen Einfluß ausüben. *Rhizopus* hatte ein Myzel gebildet wie in der Reinkultur, und die Flüssigkeit roch kräftig nach Blausäure.

Botrytis cinerea + *Rhizopus.*

Botrytis war sehr gut gewachsen und hatte ein kräftiges, stark fruktifizierendes Myzel gebildet; auch *Rhizopus* war gut entwickelt und fruktifizierte etwas. In dem Schenkel, in welchem *Rhizopus* wuchs, war kein Blausäuregeruch wahrzunehmen, in dem anderen Schenkel herrschte der für *Botrytis* charakteristische Geruch. *Botrytis* hatte in Reinkultur niemals Blausäuregeruch gegeben, es wurden also vom Myzel viel oxydierende Stoffe gebildet, die auch fähig waren, das von *Rhizopus* abgespaltene Cyanhydrin zu verarbeiten. Da reichlich Zucker vorhanden war, konnten sich beide Pilze gut entwickeln.

Oidium lactis + *Rhizopus.*

Oidium lactis war im Vergleich zu der Reinkultur nur schwach entwickelt. *Rhizopus* war mäßig gut gewachsen und zeigte einen starken

[1]) Vgl. z. B. Küster, Über chemische Beeinflussung der Organismen durcheinander. Leipzig 1909.

Geruch nach Blausäure. *Oidium lactis* allein bildete genügende Mengen oxydierender Stoffe, um das ganze von dem Pilze selbst abgespaltene Cyanhydrin zu beseitigen. Wahrscheinlich war in der kombinierten Kultur das Myzel nicht imstande, auch das Cyanhydrin zu oxydieren, welches *Rhizopus* abgespalten hatte. Dieses wirkt dann auf das zarte Myzel von *Oidium* schon in geringer Menge schädlich ein, und der Pilz kommt überhaupt nicht zur vollen Entwicklung.

Da die *Mucoraceen* schon in Reinkulturen die reichlichen Spaltungsprodukte nicht verarbeiten konnten, und da alle untersuchten Pilze dieser Familie sich im wesentlichen übereinstimmend verhielten, so ist vorauszusehen, daß andere Mucoraceen auf die Spaltungsvorgänge bei *Rhizopus* keinen besonderen Einfluß ausüben können. Einige Versuche, die ich darüber angestellt habe, bestätigen diese Vermutung.

Mucor Mucedo + *Rhizopus.*

Mucor Mucedo war schwach entwickelt, *Rhizopus* dagegen war etwas besser gewachsen. In beiden Schenkeln zeigte sich deutlicher Blausäuregeruch. Das Myzel beider Pilze schien abgestorben zu sein.

Mucor racemosus + *Rhizopus.*

Diese Kultur verhielt sich ebenso wie die vorhergehende, mit dem Unterschiede, daß die Entwicklung beider Pilze in diesem Falle schon früher zum Stillstand kam. Dies ist erklärlich, da der Blausäuregeruch bei *Mucor racemosus* schon am 2. Tage auftritt, bei *Mucor Mucedo* dagegen erst am 9. Tage nach der Aussaat. Das Cyanhydrin macht also in der Mischkultur mit *Mucor racemosus* bereits früher seinen wachstumshemmenden Einfluß geltend.

Kombinierte Kulturen, welche mit den übrigen Mucoraceen angestellt wurden, führten zu demselben Ergebnis.

III. Einfluß der Amygdalinkultur auf die Qualität der Pilzsporen.

Daß durch bestimmte Kulturbedingungen der Chemismus kultivierter Pilze so energisch beeinflußt werden kann, daß auch die Sporen und das Myzel der folgenden Generation sich physiologisch irgendwie von der Norm unterscheiden, ist schon wiederholt beobachtet worden. Ich erwähne hier die Befunde Erreras[1]) über die allmähliche Anpassung des *Aspergillus* an höhere Konzentrationen, die Untersuchungen Chudjakows[2]) über Anpassung von Anaeroben an Sauerstoff und die Untersuchungen

[1]) Errera, Hérédité d'un caractère acquis chez un champignon pluricellulaire d'après les expériences de M. le Dr. Hunger, faites à l'institut botanique de Bruxelles. Bulletins de l'Ac. Roy. de Belg., 1899, S. 81.

[2]) v. Chudjakow, Zur Lehre von der Anaerobiose. Moskau 1896.

von Schostakowitsch[1]) über die Anpassung von *Dematium* an höhere Temperaturen. Über die Gewöhnung an Gifte machen Raciborski[2]) und Pulst[3]) nähere Angaben.

Es wäre denkbar, daß die Organismen sich auch an die Ernährung mit Amygdalin gewöhnen könnten, und daß diese Gewöhnung sich bei späteren Generationen in geförderter Entwicklung oder kräftigerer Oxydation der Spaltungsprodukte bemerkbar machte. Zur Beantwortung dieser Frage schlug ich folgendes Verfahren ein: Ich kultivierte *Aspergillus niger* auf $^1/_2$- und 2%iger Amygdalinlösung unter Zusatz von Mineralsalzen. Die Sporen, welche sich auf diesen Kulturen gebildet hatten, wurden nach etwa 10 Tagen auf eine frische Lösung von gleichem Amygdalingehalt übergeimpft. Dasselbe Verfahren wurde bis zur 8. Generation fortgesetzt. Sporen, welche in dieser Generation auf 2%iger Amygdalinlösung gebildet waren, keimten auf Amygdalin nicht mehr, es wurde daher versucht, sie auf besseren Nährlösungen, wie Pflaumensaft, Biomalz[4]), Glukose und Pepton zum Keimen zu bringen, jedoch ohne Erfolg. Die Sporen waren also tot. Aus dieser Beobachtung folgt, daß die Sporen durch wiederholte Kultur auf Amygdalin gegen dessen Spaltungsprodukte nicht widerstandsfähig werden, im Gegenteil, sie werden allmählich geschwächt.

Auch unabhängig von dem Ausbleiben der Keimung macht sich der Einfluß der Amygdalinkultur auf die chemische Physiologie des Pilzes dadurch bemerkbar, daß die 8. Kultur starken Blausäuregeruch nach etwa 14 Tagen aufweist, während die erste Generation nach der gleichen Zeit einen solchen nicht entwickelte.

Die Kulturen, welche in der $^1/_2$%igen Amygdalinlösung aufgezogen waren, zeigten sehr viel geringeren Blausäuregeruch vom 6.—9. Tage. Die Sporen der 8. Generation waren völlig gesund und keimten normal. Weder auf Amygdalin noch auf anderen Nährböden bestand ein Unterschied zwischen der Keimung dieser Sporen und jener, welche von einer Pflaumensaftkultur abgeimpft waren.

Wenn diese Kulturen auch über die Anpassungsfähigkeit des Pilzes wenig Aufschluß geben, so ist es doch interessant zu beobachten, einen wie großen Einfluß der verhältnismäßig geringe Unterschied in der Konzentration der beiden Amygdalinlösungen auf das Resultat hat. Dieser Umstand erklärt die Abweichungen, welche sich bei den Untersuchungen

---

[1]) Schostakowitsch, Über die Bedingungen der Conidienbildung bei Rußthaupilzen. Flora, 1895, Bd. 81, S. 362.

[2]) Raciborski, Über den Einfluß äußerer Bedingungen auf die Wachstumsweise des Basidiobolus ranarum. Flora, 1896, Bd. 82, S. 107.

[3]) Pulst, Die Widerstandsfähigkeit einiger Schimmelpilze gegen Metallgifte. Jahrb. wiss. Bot., 1902, Bd. 37, S. 205.

[4]) Malzpräparat aus der Fabrik Patermann-Berlin.

verschiedener Beobachter ergeben können, wenn nicht mit der gleichen Konzentration gearbeitet wird. Manche Differenzen, welche sich zwischen Brunsteins Angaben und den meinigen finden, erklären sich vielleicht durch die verschiedene Konzentration der angewandten Amygdalinlösungen.

Da die Phycomyceten auf Amygdalinlösung sich wesentlich anders verhalten als *Aspergillus*, schien es wünschenswert, auch mit ihnen einige Serienkulturen anzustellen. Die Mucoraceen bildeten in der Amygdalinlösung nur untergetauchtes Myzel, deshalb versuchte ich, die Pilze auf Amygdalinagar zur Sporangienbildung zu veranlassen; aber auch dieses Verfahren hatte wenig Erfolg. Es bildeten sich nämlich nur sterile Hyphen, welche in manchen Kulturen, besonders bei *Mucor racemosus* und *Mucor spinosus*, sich nicht einmal über die ganze Oberfläche des Nährbodens verbreitet hatten, sondern schon vorher abgestorben waren. Alle Kulturen zeigten nach 14 Tagen starken Geruch nach Blausäure. Der einzige Pilz, welcher schwach fruktifizierte, war *Thamnidium elegans*, jedoch auch hier waren nur Nebensporangien zu erkennen. Die gewonnenen Sporen wurden wiederum auf Amygdalinagar ausgesät; sie keimten zwar, entwickelten sich aber nur zu einem dünnen Myzel. Fruktifikation trat in dieser Generation nicht mehr ein. Sporen der Amygdalinkultur, welche auf Glukoseagar ausgesät wurden, entwickelten sich langsam und bildeten nur Nebensporangien.

Nach diesen beiden an *Aspergillus niger* und *Thamnidium elegans* beobachteten Fällen scheinen Schimmelpilze nicht befähigt zu sein, sich an die Ernährung mit Amygdalin anzupassen, vielmehr macht es den Eindruck, als ob eine vorübergehende Ernährung mit Amygdalin je nach der Konstitution des Pilzes nicht oder doch nur in geringem Maße nachteilig wirkt, daß aber fortgesetzte Kultur auf Amygdalin die schädliche Wirkung der Spaltungsprodukte steigert.

IV. Einfluß chemischer und physikalischer Agentien auf den Spaltungsvorgang.

Die chemischen Leistungen eines Organismus sind allgemein in so hohem Maße von der ihm gebotenen Kohlenstoff- und Stickstoffquelle abhängig, daß sich annehmen läßt, daß auch die Spaltung des Amygdalins und die Veränderung der Spaltungsprodukte von der Gegenwart bestimmter Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen stark beeinflußt werden wird. Wir wollen uns zunächst der Frage zuwenden, welchen Einfluß die Zusammensetzung der amygdalinhaltigen Nährlösung auf die uns interessierenden Prozesse hat, außerdem wollen wir den Einfluß von Giften prüfen, und von den physikalischen Faktoren, welche erfahrungsgemäß großen Einfluß auf die verschiedensten Stoffwechselprozesse haben, den Einfluß der Konzentration und des Lichtes in den Kreis unserer Betrachtung ziehen.

A. Einfluß der Kohlenstoffernährung.

Pasteur[1]) und später Duclaux[2]) fanden, daß wie bei den höheren Pflanzen, so auch bei Schimmelpilzen eine Elektion der Nährstoffe stattfindet; besonders eingehend hat sich Pfeffer[3]) mit dieser Frage beschäftigt. In erster Linie handelt es sich hier um die Elektion von Kohlenstoff, wenn er dem Pilze gleichzeitig in verschiedener Bindung geboten wird. Pfeffer benutzte zu den Versuchen *Penicillium glaucum* und *Aspergillus niger*, denen er einen guten Nährstoff — Dextrose oder Pepton — neben einem geringeren — Glycerin, die Salze der Milchsäure oder Essigsäure — bot. Es zeigte sich, daß die Milchsäure und das Glycerin bei Gegenwart hinreichender Mengen von Dextrose oder Pepton von diesen bald weniger, bald mehr geschützt werden, während Essigsäure durch Dextrose und Pepton nicht geschützt werden kann. Sind zwei gute Nährstoffe — Dextrose und Pepton — gleichzeitig vorhanden, so vermag das Pepton nicht den Zucker zu schützen, geringe Mengen von Dextrose werden vielmehr neben viel Pepton restlos aufgezehrt, und wahrscheinlich auch umgekehrt.

Den Nachweis, daß auch bei Ernährung mit Glykosiden neben einer besseren Kohlenstoffquelle Elektion sich bemerkbar macht, lieferte Puriewitsch[4]). Er fand bei den Pilzen *Aspergillus niger*, *Aspergillus glaucus* und *Penicillium glaucum*, daß Salicin durch die 6fache Menge von Dextrose, die 12—13fache von Saccharose und die 14—16fache von Stärke geschützt wird. Helicin wird nicht gespalten bei Anwesenheit der 7fachen Menge von Dextrose, der 12—13fachen von Saccharose und der 15—16fachen Menge von Stärke, und Arbutin bleibt ungespalten, wenn die Lösung die 11—12fache Menge von Saccharose und die 15—16fache Menge von Stärke enthält.

Bei weiteren Glykosiden wurden in dieser Hinsicht keine Beobachtungen angestellt. Daher will ich versuchen, die Mitteilungen früherer Autoren zu ergänzen und einige Angaben über das Schicksal des Amygdalins in zuckerhaltigen Kulturen zu machen.

1. Einfluß von Glukose.

Zunächst wurde die Wirkung von Glukose, welche in der 10fachen Menge des Amygdalins in der Lösung vorhanden war, auf die Spaltungstätigkeit geprüft. Hierbei machten sich jedoch Schwierigkeiten geltend,

[1]) Pasteur, Note relative au *Penicillium glaucum* et à la dissymétrie moléculaire des produits organiques naturels. Comptes rendus de l'Ac. 1860, Bd. 51, S. 298.

[2]) Duclaux, Sur la conservation des levures. Annales de l'Institut Pasteur, 1889, Bd. 3, S. 109.

[3]) Pfeffer, Über Elektion organischer Nährstoffe. Jahrb. wiss. Bot., 1895, Bd. 28, S. 205.

[4]) Siehe S. 568, Anm. 1.

welche einen klaren Einblick in den Verlauf ausschließen. Die Faktoren, welche in den vorhergehenden Fällen die Spaltungsvorgänge erkennen ließen, waren das Wachstum, da das Amygdalin die einzige Kohlenstoffquelle war, ferner das Auftreten von Zucker in der Flüssigkeit und der Blausäuregeruch. Bei Zusatz von Glukose fallen die beiden ersten Anhaltspunkte fort, und es bleibt nur das Auftreten von Cyanhydrin als Nachweis für die Spaltung. Aber auch dieses Kennzeichen kann ausbleiben, wenn die Oxydation des Cyanhydrins zu Mandelsäure ebenso schnell verläuft als die Spaltung.

Es wurden Reagenzgläser benutzt, welche mit etwa 7 ccm der amygdalin- und glukosehaltigen Nährlösung angefüllt waren. Diese wurden mit den Sporen der zu untersuchenden Pilze angeimpft. Gleichzeitig wurden Kulturen von demselben Zuckergehalt angesetzt, in denen jedoch das Amygdalin fehlte und Glukose die einzige Kohlenstoffquelle war. Dies geschah, um das Wachstum der Pilze auf beiden Lösungen vergleichen und einen etwa durch die Wirkung des Amygdalins verursachten Unterschied erkennen zu können.

Aspergillus niger wuchs auf beiden Nährlösungen gleich gut; bereits am 3. Tage war die Oberfläche reichlich mit schwarzen Konidien bedeckt. Spaltungsprodukte waren nicht wahrzunehmen.

Auch bei *Aspergillus Wentii, Penicillium glaucum, Penicillium luteum, Cladosporium herbarum, Trichothecium roseum* und *Monascus purpureus* war das Wachstum der Kulturen ohne Amygdalin dem der Kulturen mit Amygdalin vollständig gleich. Bei allen diesen Pilzen bildete sich ein kräftiges Myzel, welches nach 5—6 Tagen fruktifizierte. Ein Geruch nach Blausäure war niemals festzustellen.

Botrytis cinerea entwickelte sich anfangs langsam, jedoch vom 5. Tage ab wurde das Wachstum bei den Kulturen mit Amygdalinzusatz plötzlich schneller, und am 7. Tage waren diese Kulturen bedeutend kräftiger als diejenigen, welche nur mit Glukose ernährt wurden. Offenbar übt hier das Glykosid eine Wirkung auf das Wachstum des Pilzes aus. Daß die geringen Zuckermengen, welche vom Glykosid abgespalten werden, die Ursache hierfür sind, ist kaum anzunehmen, da dem Myzel ja reichliche Mengen von Zucker zur Verfügung stehen. Aber ein anderer Umstand ist beachtenswert. Wenn das Amygdalin tatsächlich gespalten wird, so wird außer dem Zucker auch Cyanhydrin frei; dieses unterliegt aber sogleich einer Oxydation, da seine Anwesenheit durch den Geruch nicht festzustellen ist. Trotzdem muß man annehmen, daß das beschleunigte Wachstum auf den Einfluß des Cyanhydrins zurückzuführen ist. Bei der Spaltung wird das Cyanhydrin, wenn auch nur sehr kurze Zeit und in so geringer Quantität, daß es durch den Geruch nicht mehr wahrgenommen werden kann, in der Flüssigkeit vorhanden sein. Die in den vorigen Kapiteln geschilderten Versuche haben deutlich gezeigt, daß das Cyanhydrin für die von uns untersuchten Pilze ein Gift ist. Nun wirken

aber sehr viele Gifte in hinreichend verdünnten Lösungen wachstumsfördernd auf den Organismus ein. Hierdurch läßt sich das plötzlich beschleunigte Wachstum von *Botrytis* sowohl in diesem Falle als auch in den früheren Versuchen erklären.

Ähnlich verhielt sich *Oidium lactis*. Auch bei diesem Pilz entwickelte sich das Myzel in der amygdalinhaltigen Nährlösung bedeutend besser als in der amygdalinfreien. Blausäuregeruch war nicht zu bemerken.

Während uns diese Pilze nur wenig Aufklärung über den Einfluß der Zuckerernährung auf die Glykosidspaltung gaben, so tritt dieser Einfluß bei den Mucoraceen sehr deutlich in die Erscheinung.

Mucor racemosus und *Mucor spinosus* entwickelten sich entsprechend der guten Ernährung sehr schnell.

In der Kultur, in welcher *Mucor spinosus* wuchs, trat am 2. Tage vorübergehend Blausäuregeruch auf, ein Zeichen dafür, daß tatsächlich das Amygdalin neben dem Zucker gespalten wurde. Auch ein Vergleich der beiden Kulturen mit und ohne Amygdalin bestätigte dies. Am 3. Tage hatte das Myzel in der amygdalinhaltigen Lösung dasjenige in der amygdalinfreien im Wachstum beträchtlich überholt. Dieser Unterschied wurde an den folgenden Tagen noch auffallender. Der Grund hierfür dürfte die bei *Botrytis* und *Oidium lactis* festgestellte wachstumsanregende Wirkung des Cyanhydrins sein. Ein anderer Unterschied zwischen den beiden Kulturen machte sich in der Ausbildung der Sporangien geltend. Am 4. Tage war das Myzel in beiden Kulturen an die Oberfläche getreten, und schon nach wenigen Tagen bildete sich auf der amygdalinfreien Kultur eine dichte Schicht grauer Sporangien, während die Amygdalinkultur steril blieb und erst viel später vereinzelt Sporangien entwickelte.

Diese Erscheinung, daß durch Gifte die Fruktifikation gehemmt wird, ohne daß gleichzeitig das Wachstum leidet, kann man bei der Kultur von Schimmelpilzen häufig beobachten. Näheres hierüber verdanken wir Wehmer[1]), der angibt, daß sowohl unorganische als auch organische Säuren in dieser Richtung wirken.

Mucor racemosus verhielt sich im wesentlichen ähnlich, nur trat bei diesem Pilze der Wachstumsunterschied in der amygdalinhaltigen und der amygdalinfreien Kultur nicht so klar hervor.

Langsamer als diese beiden Mucoraceen entwickelten sich *Mucor Mucedo*, *Rhizopus nigricans* und *Thamnidium elegans*.

Bei *Mucor Mucedo* und *Rhizopus* war ebenfalls ein besseres Wachstum des Myzels in der amygdalinhaltigen Nährlösung zu beobachten, während bei *Thamnidium* ein Unterschied zwischen beiden Kulturen nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Dafür war aber bei diesem Pilze am 2. Tage Blausäuregeruch deutlich wahrzunehmen. *Mucor Mucedo*

---

[1]) Wehmer, Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze. I, 1893; II, 1895.

zeigte am 4. Tage einen süßlichen Geruch, wie er bei sehr geringen Cyanhydrinmengen aufzutreten pflegt, bei *Rhizopus* dagegen trat kein Geruch auf.

Diese Versuche führten also zu folgendem Ergebnis: Die Mehrzahl der hier untersuchten Ascomyceten ließ eine Spaltung des Amygdalins neben der 10fachen Menge von Glukose nicht erkennen. Es würde also auch hier eine Elektion der Nährstoffe stattfinden, wie sie Puriewitsch bei *Aspergillus* und *Penicillium* auf Helicin, Salicin und Arbutin fand. Daß tatsächlich, nachdem der Zucker bis zu einem gewissen Grade aufgezehrt ist, auch das Amygdalin angegriffen wird, zeigt das Verhalten von *Penicillium luteum* in diesen Kulturen. Anfangs waren beide Kulturen gleich, aber nach etwa 3 Wochen hatte sich auf der amygdalinfreien Kultur eine sehr dichte feste Myzeldecke gebildet, während auf der amygdalinhaltigen Kultur nur kleine Flöckchen fruktifizierenden Myzels schwammen. Das erst ziemlich spät abgespaltene Cyanhydrin hatte also auch hier, wie bei den Mucoraceen, seinen wachstumshemmenden Einfluß geltend gemacht. Bei *Botrytis cinerea* und *Oidium lactis* konnte man durch das beschleunigte Wachstum indirekt auf eine Spaltung des Amygdalins schließen. Aber sehr deutlich war die Spaltung bei den Mucoraceen zu erkennen. Auffallend ist es, daß die Spaltung des Glykosids in diesem Falle durch die Gegenwart von Zucker nicht verhindert oder verzögert wird, sie scheint im Gegenteil eine Beschleunigung zu erfahren. Man könnte annehmen, daß diese Beschleunigung dadurch hervorgerufen wird, daß sich das Myzel durch die gute Ernährung mit Zucker schnell vergrößert und nun imstande ist, reichlicher amygdalinspaltende Enzyme zu bilden. Ich glaube aber, man muß das frühe Auftreten des Blausäuregeruchs so erklären, daß nicht die Amygdalinspaltung beschleunigt, sondern daß die Oxydation des Cyanhydrins gehemmt wird, und zwar durch den höheren osmotischen Druck, der durch den Zusatz von Glukose bedingt wird. In einem späteren Kapitel soll hierauf näher eingegangen werden. Diese Annahme erklärt auch das schnelle Verschwinden des Blausäuregeruchs; das raschwachsende Myzel bildet bald genügende Mengen von Stoffen, welche das Cyanhydrin oxydieren können. Wäre die Amygdalinspaltung beschleunigt, so glaube ich, würde das Myzel der Mucoraceen in der zuckerhaltigen Nährlösung ebensowenig befähigt sein, das Cyanhydrin zu verarbeiten, als in der reinen Amygdalinlösung.

2. Einfluß von Glycerin.

Wie oben erwähnt wurde, ist das Glycerin im allgemeinen ein weniger geeigneter Nährstoff für Schimmelpilze als die Glukose; demnach ließe sich erwarten, daß auf die Spaltung des Amygdalins durch Zusatz von Glycerin ein anderer Einfluß ausgeübt wird als durch Glukose. Wenigstens führen die Erfahrungen, welche Pfeffer bei der Elektion der Nährstoffe durch die beiden oben genannten Pilze gemacht hat, zu dieser Annahme.

Die Kulturen, welche zur Untersuchung dieser Frage angesetzt wurden, unterschieden sich von den vorhergehenden nur dadurch, daß die Lösung anstatt der Glukose 5% Glycerin enthielt.

Aspergillus niger ließ schon am 2. Tage einen Unterschied in seinem Verhalten bei den beiden Kulturen erkennen. Die amygdalinfreie Kultur hatte Konidien gebildet, welche sich bereits schwarz färbten, während die Konidien der Amygdalinkultur noch recht klein und farblos waren. Dieser Unterschied steigerte sich an den folgenden Tagen derart, daß am 8. Tage die Pilzdecke, welche auf der reinen Glycerinlösung schwamm, etwa doppelt so dicht war, als diejenige auf der amygdalinhaltigen Lösung.

Bei den Kulturen, auf welchen *Aspergillus Wentii*, *Penicillium glaucum*, *Cladosporium herbarum* und *Trichothecium roseum* ausgesät waren, war auch hier, wie bei Zusatz von Glukose, keine Spaltung des Amygdalins bei der Gegenwart dieser Kohlenstoffverbindung zu erkennen.

Das Verhalten von *Penicillium luteum* gleicht in gewisser Weise dem von *Aspergillus niger*. Das Myzel in beiden Lösungen entwickelte sich anfangs gleich, die Amygdalinkultur schien etwas besser zu wachsen; jedoch nach 8 Tagen trat eine Veränderung ein. Das Myzel in der amygdalinfreien Kultur bildete eine dichte gelbe Decke auf der Oberfläche, die sich bald an einigen Stellen rötlich färbte. Auf der amygdalinhaltigen Flüssigkeit dagegen bildete sich nur ein dünnes emerses Myzel, welches nach einigen Tagen ein bräunliches krankhaftes Aussehen annahm.

Bei diesen beiden Pilzen wird durch das Amygdalin eine hemmende Wirkung auf die Fruktifikation ausgeübt. Sicherlich ist es auch hier das Cyanhydrin, welches diesen Einfluß bewirkt. Jedoch können nur sehr geringe Mengen dieses Stoffes in Frage kommen, denn Blausäuregeruch war nicht wahrzunehmen.

Daß aber auch das Gegenteil eintreten kann, beweist das Verhalten von *Monascus purpureus*, *Botrytis cinerea* und *Oidium lactis*. Der Unterschied zwischen den amygdalinhaltigen und amygdalinfreien Glycerinkulturen war hier besonders auffallend. Während *Monascus* und *Oidium lactis* in den Amygdalinkulturen nach 8 Tagen die Flüssigkeit dicht durchsetzt hatten, füllte in der reinen Glycerinlösung das Myzel dieser beiden Pilze die Flüssigkeit nur halb aus. Der Unterschied bei *Botrytis* lag besonders in der Ausbildung des emersen Myzels. Das auf der Lösung mit Amygdalinzusatz gewachsene Myzel hatte eine viel dichtere Decke gebildet und fruktifizierte bedeutend stärker als das Myzel der anderen Kultur.

Blausäuregeruch war bei keinem der oben untersuchten Pilze in diesen Kulturen wahrzunehmen.

Mucor spinosus entwickelte sich ziemlich langsam. Nach 3 Tagen hatte das Myzel erst einen Durchmesser von etwa 5 mm, trotzdem machte

sich deutlicher Blausäuregeruch bemerkbar; dieser Geruch nahm stetig zu. Bis zum 5. Tage war das Wachstum des Myzels in beiden Kulturen gleich, doch jetzt trat in der Amygdalinkultur ein Stillstand ein, während das Myzel der anderen Kultur weiter wuchs. Am 9. Tage schien das Myzel in der amygdalinhaltigen Kultur durch das Cyanhydrin getötet zu sein.

Bei *Mucor racemosus* war der Vorgang ein ähnlicher, er nahm jedoch hier einen schnelleren Verlauf. Blausäuregeruch trat ebenfalls am 3. Tage auf, er wurde aber sehr schnell stärker, und schon am 6. Tage war er sehr intensiv geworden. Am 5. Tage war das Wachstum des Myzels in der amygdalinhaltigen Lösung bereits hinter dem der anderen Kultur zurückgeblieben, und einige Tage darauf machte es den Eindruck, als ob der Pilz abgestorben wäre.

Ihnen schließt sich *Thamnidium elegans* in seinem Verhalten bei dieser Ernährung an. Auch hier treten frühzeitig überschüssige Mengen von abgespaltenem Cyanhydrin auf, welche sich allmählich anhäufen und schließlich den Tod des Myzels herbeiführen. Am 5. Tage war schwacher Blausäuregeruch bemerkbar, am folgenden Tage war er schon deutlicher. Am 9. Tage wuchs das Myzel in der amygdalinhaltigen Lösung nicht weiter, es war hinter dem Myzel in der amygdalinfreien Lösung im Wachstum beträchtlich zurückgeblieben.

Vollkommen abweichend von diesen Mucoraceen verhalten sich die beiden übrigen: *Mucor Mucedo* und *Rhizopus nigricans*. Das Wachstum dieser beiden Schimmelpilze in amygdalinhaltiger Glycerinlösung zeigte keinen Unterschied von dem in amygdalinfreier Kultur. Das Myzel entwickelte sich zwar langsam, aber stetig. Ein kaum bemerkbarer Blausäuregeruch trat bei *Mucor Mucedo* vorübergehend am 4. Tage auf, bei *Rhizopus* dagegen erst am 10. Tage. Da keine größeren Cyanhydrinmengen in der Flüssigkeit unoxydiert blieben, so entwickelte sich das Myzel normal weiter.

Bei der gleichzeitigen Ernährung mit Glycerin waren es also nur *Aspergillus Wentii*, *Penicillium glaucum*, *Cladosporium* und *Trichothecium*, welche das Amygdalin nicht angriffen, alle anderen Pilze spalteten das Amygdalin neben der 10fachen Menge von Glycerin. Bei *Aspergillus niger* und *Penicillium luteum* machte sich dies bemerkbar durch eine Hemmung der Fruktifikation, bei *Monascus*, *Botrytis* und *Oidium lactis* dagegen durch eine Förderung des Wachstums.

Das völlig verschiedene Verhalten der Mucoraceen, nämlich *Mucor racemosus*, *Mucor spinosus* und *Thamnidium* einerseits, welche durch das reichlich abgespaltene Cyanhydrin getötet wurden, und *Mucor Mucedo* und *Rhizopus* andererseits, bei welchen kaum Blausäuregeruch auftrat, muß durch die Elektion der Nährstoffe erklärt werden. Nach Puriewitsch können sich in dieser Beziehung Vertreter derselben Pilzgattung sehr verschieden verhalten, so daß ein Stoff, der für einen Pilz ein gutes Nähr-

mittel bildet, für einen anderen viel weniger geeignet sein kann. Hiernach muß man annehmen, daß Glycerin für *Mucor racemosus*, *Mucor spinosus* und *Thamnidium* kein guter Nährstoff ist, so daß das Glykosid von diesen Pilzen in gleichem Maße verarbeitet wird; *Mucor Mucedo* und *Rhizopus* dagegen sind imstande, das Glycerin besser aufzunehmen, das Amygdalin wird daher nur wenig angegriffen.

Gleichzeitig bildet das Verhalten der drei erstgenannten Mucoraceen eine Stütze für die Behauptung, daß durch die Steigerung des osmotischen Druckes die Bildung oxydierender Stoffe gehemmt wird. Auch hier trat der Blausäuregeruch sehr früh auf, obgleich sich Glycerin für die Ernährung dieser Pilze ziemlich ungeeignet erwies, und da in diesem Falle die Hemmung nicht durch gutes Wachstum ausgeglichen wurde, so nahm der Cyanhydringehalt außerordentlich schnell zu.

3. Einfluß der Stärke.

Die Elektion der Nährstoffe wurde in den Kulturen mit Glukose und Glycerin näher untersucht. In den Stärkekulturen soll nun hauptsächlich die Wirkung des Amygdalins auf die Diastasebildung geprüft werden. Zu diesem Zwecke wurden 2 Serien von Kulturen angesetzt, die erste enthielt eine Lösung von $^1/_2$% Amygdalin, 1% Stärke und den üblichen Mineralsalzen, in der zweiten fehlte das Amygdalin. Es wurden in beiden Kulturen Wachstum und Zuckergehalt verglichen, außerdem wurde die Amygdalinkultur auf Cyanhydrin geprüft.

Folgende Tabelle zeigt das Ergebnis der Untersuchungen am 6., 9. und 12. Tage.

	Tag nach der Aussaat	Wachstum		Zucker			HCN
		$^1/_2$% Amygd. + 1% Stärke	1% Stärke	$^1/_2$% Amygd.	$^1/_2$% Amygd. + 1% Stärke	1% Stärke	$^1/_2$% Amygd. + 1% Stärke
Aspergillus niger	6	Fruktifik. wenig	Fruktifik. gut	++	++++	++++	
	9			+	++++	++++	
	12				++++		
Aspergillus Wentii	6	gleich	gleich Frukt. etw.	++	++++		++
	9			++++	++++	++	
	12			+	++++	++++	
Penicillium glaucum	6	Fruktifik. wenig	Fruktifik. stark		+	+	
	9					+	
	12						
Penicillium luteum	6	Fruktifik. wenig	Fruktifik. gut				
	9			+			
	12					++	

	Tag nach der Aussaat	Wachstum		Zucker			HCN
		1/2% Amygd. + 1% Stärke	1% Stärke	1/2% Amygd.	1/2% Amygd. + 1% Stärke	1% Stärke	1/2% Amygd. + 1% Stärke
Cladosporium herbarum	6	Myzel klein	Myzel gut entw.	++		+	
	9			+++	++		
	12			++++	+++	++	
Trichothecium roseum	6	gleich					
	9						
	12				+	++	
Monascus purpureus	6	gleich			++++		
	9						
	12			+			
Botrytis cinerea	6	emerses Myzel dichter			++++	++++	
	9			++	++++	++	
	12			+	++++	++	
Oidium lactis	6	viel besser					
	9			+			
	12						
Mucor racemosus	6	Myzel dünn	Myzel sehr dicht	+++	+++		++++
	9			++++	++++		++++
	12			++++	++++		++++
Mucor spinosus	6	Myzel dünn	Myzel sehr dicht Fruktifik.		+		+
	9						
	12			++			
Mucor Mucedo	6	etwas besser			+		
	9				+		
	12				+	+	
Rhizopus nigricans	6		etwas besser	+	++		+
	9			++	++		+
	12			+++	++		++
Thamnidium elegans	6	gleich		+	+		
	9				++		
	12			+	++		++

Aus diesen Angaben ist ersichtlich, daß der Zuckergehalt der amygdalinhaltigen und amygdalinfreien Stärkelösungen in manchen Fällen sehr große Unterschiede zeigt. Vollkommen übereinstimmende Ergebnisse

wurden nicht erhalten. Das ungleiche Verhalten der Pilze auf den stärkehaltigen Nährböden führt zur Unterscheidung folgender drei Fälle:

1. Sehr gering ist der Unterschied bei *Trichothecium roseum*, ein Beweis dafür, daß dieser Pilz in der Tat wenig befähigt ist, Amygdalin zu spalten. Auch bei *Penicillium glaucum* zeigten beide Kulturen ziemliche Übereinstimmung im Zuckergehalt, jedoch nicht in der Fruktifikation.

2. Der Zuckergehalt in der amygdalinfreien Kultur überwiegt: bei *Penicillium luteum*. Dies läßt sich dadurch erklären, daß das Myzel dieses Pilzes in der Amygdalinkultur nur sehr langsam wuchs, daß also das Cyanhydrin offenbar die normale Entwicklung verhinderte.

3. Der Zuckergehalt in der Amygdalinkultur ist stärker: bei den 11 übrigen Pilzen. Diese Erscheinung wird entweder dadurch verursacht, daß der vom Amygdalin abgespaltene Zucker unverbraucht bleibt, oder daß die Spaltung der Stärke durch die Anwesenheit des Glykosids beschleunigt wird. Der erstere Fall liegt unzweifelhaft bei *Mucor racemosus* vor, bei welchem der Zuckergehalt in dieser Lösung und in einer stärkefreien Amygdalinlösung der gleiche ist. Ähnlich ist auch der Vorgang bei *Cladosporium herbarum*, nur ist in der Stärkekultur der Zuckergehalt etwas geringer, weil durch das bessere Wachstum der Zucker schneller verbraucht wird. Daß aber tatsächlich die Spaltung der Stärke durch den Amygdalinzusatz in manchen Fällen gefördert wird, zeigt *Monascus purpureus*. Bei diesem Pilze enthielten die Amygdalinkulturen niemals nachweisbare Zuckermengen, weder in reinen Amygdalinlösungen, noch in solchen, in denen dem Pilz eine andere Kohlenstoffquelle gleichzeitig geboten wurde. Dagegen in der Lösung mit Amygdalin und Stärke waren am 6. Tage sehr große Zuckermengen vorhanden, welche nur von der Stärke herrühren konnten, da im anderen Falle bei so reichlichen, plötzlich vom Glykosid abgespaltenen Zuckermengen auch das andere Spaltungsprodukt, das Cyanhydrin, hätte bemerkbar werden müssen. In etwas schwächerem Maße wird dieser Vorgang auch bei *Aspergillus niger* am 12. Tage und bei *Mucor Mucedo* erkennbar. Bei den übrigen Pilzen bleibt der Vorgang unklar.

Sehr gut zeigten diese Kulturen die giftigen Wirkungen des Cyanhydrins. In den meisten Fällen machten sich diese Wirkungen in der Hemmung der Fruktifikation bemerkbar. So bei *Aspergillus niger*, *Aspergillus Wentii*, *Penicillium glaucum*, *Penicillium luteum*, *Cladosporium herbarum* und *Mucor spinosus*. Das Wachstum des untergetauchten Myzels wurde in der Amygdalinkultur gehemmt bei *Rhizopus*, *Mucor racemosus* und *Mucor spinosus*. Bei den beiden letzten Pilzen war der Unterschied besonders auffallend, denn in der amygdalinfreien Kultur hatte sich schon nach einigen Tagen ein außergewöhnlich dichtes Myzel entwickelt, während das Myzel der Amygdalinkultur dünn blieb. Angeregt war das Wachstum bei *Botrytis cinerea*, *Oidium lactis* und *Mucor Mucedo*. Bei *Trichothecium*, *Monascus* und *Thamnidium* hatte sich das Myzel in beiden Kulturen gleich entwickelt.

Der Grund dafür, daß in diesen Kulturen fast bei allen Pilzen durch das Cyanhydrin eine Wirkung auf das Wachstum ausgeübt wird, im Gegensatz zu den Kulturen mit Glukose und Glycerin, ist darin zu suchen, daß in den meisten Fällen durch die doppelte Stärkemenge das Amygdalin nur wenig oder nicht geschützt wird. Es wird also sofort gespalten, und die Spaltungsprodukte lassen bald ihren Einfluß auf das Wachstum erkennen.

B. Einfluß der Stickstoff-Ernährung.

Der Einfluß organischer Stickstoffverbindungen auf die Spaltung des Amygdalins wurde mit Peptonlösungen untersucht. Die Anordnung der Versuche war dieselbe wie bei der Prüfung der reinen Amygdalinlösung, nämlich täglich wurde 1 cm der Flüssigkeit aus den Kulturgefäßen herausgeholt und untersucht. Die Nährlösung enthielt: $^1/_2$% Amygdalin, 1% Pepton-Witte und Mineralsalze.

Aspergillus niger, *Penicillium glaucum*, *Penicillium luteum*, *Trichothecium roseum* und *Monascus purpureus* entwickelten sich auf dieser Nährlösung mehr oder weniger gut. Spaltungsprodukte waren bei keinem von diesen Pilzen nachzuweisen.

Aspergillus Wentii wuchs recht langsam; trotzdem enthielt die Kulturflüssigkeit etwa vom 3.—5. Tage reichlich abgespaltene Zucker- und Cyanhydrinmengen. Später traten nachweisbare Spaltungsprodukte nicht wieder auf. Bemerkenswert ist in dieser Kultur der Nachweis größerer Mengen von Cyanhydrin, denn wir hatten *Aspergillus Wentii* als einen Pilz kennen gelernt, der sehr gut befähigt ist, das Cyanhydrin zu oxydieren. Weder in reinen Amygdalinkulturen, noch in Kulturen in welchen neben dem Glykosid eine andere Kohlenstoffquelle vorhanden war, trat jemals Blausäuregeruch auf. In der kombinierten Kultur war dieser Pilz sogar imstande, auch das von *Rhizopus* in größerer Menge abgespaltene Cyanhydrin zu verarbeiten. Fördert nun der Peptonzusatz die Spaltung oder hemmt er die Oxydation? Wahrscheinlich findet eine Wirkung nach beiden Richtungen statt. Daraus, daß Zucker 2 Tage früher als in der reinen Amygdalinlösung auftritt, läßt sich folgern, daß entweder die Spaltung des Amygdalins durch den Peptonzusatz bei *Aspergillus Wentii* gefördert wird, oder daß der abgespaltene Zucker in Peptonlösungen, welche gleichzeitig Amygdalin enthalten, im Sinne Pfeffer's vom Pepton geschützt wird. Die Tatsache, daß anfangs reichliche Mengen von Cyanhydrin bemerkbar werden, führt zu der Annahme, daß durch den Peptonzusatz bei *Aspergillus Wentii* ein oxydationshemmender Einfluß unbekannter Art stattfindet.

Cladosporium herbarum verhält sich ähnlich. Das Wachstum war noch langsamer als bei *Aspergillus Wentii*. Auch hier war etwa nach 3—4 Tagen Zucker und Cyanhydrin in der Nährlösung vorhanden, allerdings nur vorübergehend und in geringen Mengen; aber etwa am 8. Tage trat der Gehalt an Zucker und Cyanhydrin wieder auf und nahm sehr schnell zu.

Schon nach kurzer Zeit sah das Myzel krankhaft aus. Die Erklärung ist für *Cladosporium* dieselbe wie für den vorhergehenden Pilz. Da das Myzel auch in der reinen Amygdalinkultur durch das Cyanhydrin getötet wurde, so ist es erklärlich, daß in diesem Falle, wo die Oxydation verlangsamt wird, der Tod des Pilzes entsprechend früher erfolgt.

Botrytis cinerea zeigte denselben Entwicklungsgang wie in den früher besprochenen Kulturen. Anfangs war das Wachstum ein langsames, aber vom 4. Tage ab wurde es plötzlich beschleunigt, wie es schien, durch die Wirkung des Amygdalins.

Auch bei *Oidium lactis* war eine Steigerung des Wachstums zu beobachten. Bereits nach einem Tage hatte das Myzel fast die ganze Nährlösung durchsetzt, während derselbe Pilz auf Peptonlösung ohne Amygdalin bedeutend langsamer wuchs. Spaltungsprodukte konnten bei diesen beiden Pilzen nicht nachgewiesen werden.

Die *Mucoraceen* verhielten sich in peptonhaltigen Lösungen ziemlich übereinstimmend, mit Ausnahme von *Rhizopus*. Sie entwickelten sich sehr gut, so daß etwa nach 3 Tagen die Flüssigkeit dicht von dem Myzel durchsetzt war. Zucker war nur bei *Mucor Mucedo*, und zwar in sehr geringer Menge am 2. Tage nachzuweisen. Schwacher Blausäuregeruch trat bei *Mucor Mucedo*, *Mucor racemosus* und *Mucor spinosus* etwa am 3. Tage vorübergehend auf. *Thamnidium* hatte am 5. Tage ein kleines emerses Myzel mit Sporangien gebildet; dies ist vielleicht der Grund dafür, daß bei diesem Pilze Spaltungsprodukte nicht nachgewiesen wurden.

Vollkommen verschieden hiervon waren die Vorgänge bei *Rhizopus nigricans*. Schon das Wachstum war ein viel langsameres; am 3. Tage hatte das Myzel einen Durchmesser von nur 3 cm. Eine weitere Wachstumszunahme fand nicht statt. An diesem Tage trat Blausäuregeruch auf, der schnell stärker wurde. Am folgenden Tage war auch Zucker in der Flüssigkeit nachzuweisen, der sich entsprechend der Zunahme des Cyanhydrins mehr und mehr anhäufte. Bereits am 6. Tage schien das Myzel abgestorben zu sein. Auch dieser Vorgang muß analog dem bei *Aspergillus Wentii* und *Cladosporium* erklärt werden.

Diese Versuche, in welchen den Pilzen Pepton neben Amygdalin geboten wurde, zeigen, daß auch Pepton in den weitaus meisten Fällen dem Amygdalin vorgezogen wird, ähnlich der Glukose. Eine geringe Spaltung des Amygdalins war bei *Botrytis*, *Oidium lactis* und den Mucoraceen außer *Rhizopus* an dem beschleunigten Wachstum zu erkennen, bei den meisten Mucoraceen auch direkt an dem Auftreten von Spaltungsprodukten. Von *Aspergillus Wentii*, *Cladosporium* und *Rhizopus* wurde das Amygdalin in gleichem Maße angegriffen wie das Pepton. Die Spaltungsprodukte traten in großen Mengen auf und führten bei *Cladosporium* und *Rhizopus* den Tod herbei. Man muß hier annehmen, daß für diese Pilze Pepton nicht gut geeignet ist, da das Glykosid ebenso gern von ihnen genommen wird.

Auffallend ist das schnelle Wachstum der Mucoraceen auf der pepton- und amygdalinhaltigen Nährlösung. Gleiche Lösungen von Pepton oder Glukose, in denen jedoch das Amygdalin fehlte, gaben nicht annähernde Wachstumsresultate. Selbst die Ernährung mit einer Lösung von 5% Glukose, ½% Amygdalin und Minoralsalzen konnte das Wachstum nicht so vorteilhaft beeinflussen. Es scheint mir, daß hier mehrere Faktoren zusammenwirken, welche das überaus günstige Wachstum veranlassen:

1. die Ernährung mit Pepton,
2. die Ernährung mit dem abgespaltenen Glykosidzucker,
3. die anregende Wirkung der geringen Cyanhydrinmengen.

C. Einfluß von Giften.

Während in den reinen Amygdalinkulturen das durch die Mucoraceen reichlich vom Glykosid abgespaltene Cyanhydrin das Wachstum des Pilzes anfangs hemmte und schließlich den Tod des Organismus herbeiführte, konnte man bei *Botrytis cinerea* und *Oidium lactis* einen wachtumsfördernden Einfluß dieses in sehr geringen Mengen abgespaltenen Stoffes beobachten. Dieser entwicklungsfördernde Einfluß machte sich auch bei den Mucoraceen geltend, wenn sie gleichzeitig mit Pepton ernährt wurden, wie das vorige Kapitel zeigt.

Raulin[1]) fand, daß durch Zusatz von Salzen des Zinks und anderer Metalle zu seiner Nährlösung, auf der er *Aspergillus niger* züchtete, die Entwicklung so stark gesteigert werden kann, daß er geneigt war, diese Salze als unentbehrliche Nahrungsstoffe zu betrachten. Unter den von Raulin geprüften Stoffen ist es aber höchtens das Eisen, welches als unentbehrliches Nährelement gelten kann, die anderen sind zwar entbehrliche, aber unter Umständen günstig wirkende Reizstoffe. Später stellte Richards[2]) fest, daß nicht nur Salze von Schwermetallen, deren giftige Wirkung auf den Organismus ja allgemein bekannt ist, sondern auch organische Gifte diese Reizwirkung entfalten. Viele dieser Reizmittel bewirken insofern eine anomale Entwicklung, als sie die Bildung von Fortpflanzungsorganen stark beeinträchtigen und gleichzeitig damit eine Steigerung des vegetativen Wachstums herbeiführen. Weitere Angaben über diese Frage findet man bei Pulst[3]), welcher fand, daß in den meisten Fällen eine ganz geringe Überschreitung der förderndon Konzentration bereits Hemmungserscheinungen bewirkt.

Zur Untersuchung des Einflusses von Giften auf die Amygdalinspaltung wurde dasselbe Verfahren eingeschlagen wie im Kapitel I, d. h. es wurden

---

[1]) Raulin, Études chimiques sur la Végétation. Ann. des sciences nat. Bot., 1869, 5. sér., Bd. 11, S. 91.

[2]) Richards, Die Beeinflussung des Wachstums einiger Pilze durch chemische Reize. Jahrb. wiss. Bot., 1897, Bd. 30, S. 665.

[3]) Pulst, Die Widerstandsfähigkeit einiger Schimmelpilze gegen Metallgifte. Jahrb. wiss. Bot., 1902, Bd. 37, S. 205.

die täglichen Beobachtungen angestellt. Die äußeren Bedingungen, unter welchen die Kulturen erzogen wurden, waren ebenfalls dieselben, so daß leicht Vergleiche angestellt werden konnten. Die Lösung enthielt außer ½% Amygdalin und den üblichen Mineralsalzen 0,005% Zinksulfat.

Aspergillus niger verhielt sich anfangs ebenso wie auf giftfreier Nährlösung. Während aber die Lösung ohne Zinksulfat vom 6.—9. Tage Zucker- und Cyanhydrinreaktionen gab, erfolgten diese in der zinksulfathaltigen Lösung vorübergehend am 3. Tage. Dann traten am 7. Tage wieder Zuckerreaktionen auf, und gleichzeitig konnte man bemerken, daß die Fruktifikation zum Stillstand gekommen war. Die Zuckerreaktionen wurden bis zum 13. Tage stärker. An diesem und am folgenden Tage war auch etwas Blausäuregeruch wahrzunehmen. Jetzt nahm die Fruktifikation wieder ihren Fortgang, und nach einigen Tagen war weder Zucker noch Cyanhydrin nachzuweisen. Es tritt hier also, zwar nicht sofort, aber im Laufe der Entwicklung durch die Wirkung des Zinksulfats eine Hemmung der Fruktifikation ein. Daß gleichzeitig damit reichlich Zucker und etwas Cyanhydrin in der Lösung auftritt und später, wenn die Fruktifikation wieder einsetzt, diese sofort verschwinden, ist ein Beweis für die oben aufgestellte Behauptung, daß durch die Fruktifikation die Bildung glykosidspaltender Enzyme gehemmt wird.

Aspergillus Wentii wurde durch Zinksulfat kaum in seinem Verhalten beeinflußt. Abgesehen davon, daß die Zuckerreaktionen einen Tag früher auftraten und entsprechend einen Tag früher verschwanden als in der zinkfreien Amygdalinlösung, wies diese Kultur keine Abweichungen auf. Es muß hier auf die Arbeit von Clark[1]) verwiesen werden, in der festgestellt wird, daß die gleiche Konzentration eines Giftstoffes auf verschiedene Pilze sehr verschieden wirken kann. So sind z. B. *Penicillium glaucum* und *Aspergillus flavus* nach Clark gegen viele Gifte sehr unempfindlich, während *Aspergillus niger* und *Botrytis* schon durch geringe Giftmengen stark beeinflußt werden. Ganz besonders empfindlich gegen Gifte aber sind die Mucorarten.

Zu denjenigen Pilzen, welche durch das Zinksulfat in der Amygdalinlösung sehr wenig oder überhaupt nicht beeinflußt wurden, gehören ferner: *Penicillium glaucum*, *Trichothecium roseum*, *Monascus purpureus* und *Oidium lactis*.

Einen auffallenden Unterschied in der Kultur mit Zinksulfat zeigte *Penicillium luteum*. Denn während die Flüssigkeit ohne Zinksulfat 13 Tage lang Cyanhydrin und 5 Tage lang Zucker enthielt, trat in diesem Falle Blausäuregeruch niemals auf, und mit Fehlingscher Lösung wurden nur am 7. Tage sehr geringe Mengen von Zucker nachgewiesen. Offenbar

1) Clark, On the toxic effect of deleterious agents on the germination and development of certain filamentous fungi. Bot. Gazette, 1899, Bd. 28, S. 298.

wird hier durch das Gift das Wachstum angeregt und dadurch ein stärkerer Verbrauch der Spaltungsprodukte bewirkt.

Cladosporium herbarum wurde durch den Einfluß des Zinksulfats in der Keimung gehemmt, es müssen also schon diese geringen Mengen des Metallsalzes schädlich wirken. Bereits am 2. Tage nach der Keimung gab die Lösung deutliche Zuckerreaktionen, und am 3. Tage nach der Keimung waren die Zuckermengen sehr beträchtlich. Auch Blausäuregeruch trat an diesem Tage auf und wurde bald stärker. Das Myzel blieb sehr klein und machte nach kurzer Zeit den Eindruck, als ob es abgestorben wäre. Die Amygdalinlösung ohne Zinksulfat wirkte schließlich auch schädlich auf *Cladosporium* durch das abgespaltene Cyanhydrin. Es ist erklärlich, daß der Zusatz eines anderen Giftes, wenn auch in sehr geringen Mengen, diesen Vorgang nur beschleunigen kann. Die langsame Keimung muß wohl dadurch verursacht worden sein, daß *Cladosporium* gegen Zinksulfat wenig widerstandsfähig ist.

Bei *Botrytis cinerea* war in den früher geschilderten Versuchen etwa vom 5. Tage ab durch die Wirkung des Cyanhydrins eine Beschleunigung des Wachstums eingetreten. In noch höherem Maße machte sich diese nach Zusatz von Zinksulfat bemerkbar. Zucker fand sich in der Flüssigkeit vom 4.—10. Tage, dagegen in der Kultur ohne Zinksulfat vom 7.—12. Tage. Auch die Fruktifikation trat hier früher auf.

Sehr verschieden werden die *Mucoraceen* auf Amygdalinlösung durch das Zinksulfat beeinflußt.

Bei *Mucor racemosus* wird das Wachstum etwas verlangsamt und gleichzeitig damit auch das Auftreten von Cyanhydrin und Zucker in der Flüssigkeit verzögert. Aber der Verlauf der Spaltung bleibt derselbe, und schließlich tritt auch hier der Tod des Myzels ein.

Mucor spinosus wird durch den Zusatz von Zinksulfat nicht merklich beeinflußt. Der Vorgang war im wesentlichen der nämliche wie ohne Zinksulfat, nur schien es, als ob das Myzel schon einige Tage früher abgestorben wäre.

Mucor Mucedo erfuhr in seinem Wachstum eine Beschleunigung, und entsprechend diesem Vorgange traten auch die Zucker- und Cyanhydrinreaktionen früher ein und nahmen schnell an Stärke zu.

Bei *Rhizopus nigricans* verlief das Wachstum ebenso wie in der giftfreien Kultur. Auch das Auftreten von Zucker in der Flüssigkeit stimmte mit dem in jener Kultur überein, aber der Blausäuregeruch trat viel früher und stärker auf. Es muß also bei *Rhizopus* durch das Zinksulfat eine Hemmung der Oxydationsvorgänge verursacht werden.

Thamnidium elegans läßt sehr gut die anregende Wirkung des Zinksulfats erkennen. Während in der Kultur ohne diesen Stoff Zucker- und Cyanhydrinreaktionen allmählich zunahmen und nach 24 Tagen ziemlich stark waren, erfolgten hier die Reaktionen etwas früher (am 7. Tage), nahmen bis zum 12. Tage zu und dann schnell wieder ab. Am 16. Tage

war weder Zucker noch Cyanhydrin in der Flüssigkeit vorhanden; dagegen begann an diesem Tage das Myzel zu fruktifizieren. Im Gegensatz zu den übrigen Mucoraceen, welche schließlich durch das Cyanhydrin getötet wurden, blieb das Myzel von *Thamnidium* gesund.

D. Einfluß des osmotischen Druckes.

Der Grad der Konzentration ist nach Brefelds Angaben von größtem Einfluß auf die Wuchsform eines Pilzes und die Entwicklung seiner Fruktifikationsorgane. Andererseits gibt es aber auch Pilze, bei welchen eine weitgehende Unabhängigkeit gegen etwas höheren oder niedrigeren Druck besteht[1]).

Schon in den vorhergehenden Kapiteln wurde wiederholt darauf hingewiesen, daß durch die Steigerung des osmotischen Druckes eine Hemmung der Cyanhydrinoxydation verursacht werden kann. Es wäre nun genauer zu untersuchen, in welcher Weise sich der Einfluß des osmotischen Druckes auf die Spaltung des Amygdalins geltend macht. Zu diesem Zwecke wurden Reagenzglaskulturen benutzt, welche folgende Nährlösung enthielten:

0,5 % Amygdalin,
0,2 % Monokaliumphosphat,
0,2 % Magnesiumsulfat,

außerdem Kaliumnitrat in verschiedenen Abstufungen von 0,5—16 %. Diese Lösungen wurden mit *Rhizopus nigricans* angeimpft, da sich die Mucoraceen am geeignetsten für diese Versuche erwiesen.

Das optimale Wachstum erfolgte in der Kultur, welche 2 % KNO_3 enthielt, dagegen der Blausäuregeruch trat zuerst und am stärksten in der 4%igen Kaliumnitratlösung auf. Folgende Tabelle zeigt das Ergebnis dieses Versuches.

KNO_3 %	Wachstum	HCN-Geruch	
		Tag des Auftretens	Intensität
1/2	++++	4	++
1	++++	4	++
2	+++++	4	+++
4	+++	3	+++
6	++	3	++
8	+	3	+
12	+	7	+
16	—	—	—

[1]) Nikitinsky, Über die Beeinflussung der Entwicklung einiger Schimmelpilze durch ihre Stoffwechselprodukte. Jahrb. wiss. Bot. 1904, Bd. 40, S. 1.

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß nicht diejenige Kultur die größten Mengen von Cyanhydrin enthielt, welche das stärkste Wachstum zeigte und infolgedessen die größten Mengen von Amygdalin gespalten hatte, sondern daß bei höherem osmotischen Druck der Blausäuregeruch früher auftrat als bei geringerem Druck. Es wird also durch die Zunahme des osmotischen Druckes in der Kulturflüssigkeit das Oxydationsvermögen des Pilzes herabgesetzt. Daß der Blausäuregeruch in der 6- und 8%igen Kaliumnitratlösung schwächer war als in der 4%igen Lösung, erklärt sich aus der langsameren Entwicklung des Myzels bei zunehmender Konzentration. Auf der 12%igen Lösung entwickelte sich das Myzel sehr schwach, so daß Blausäuregeruch erst am 7. Tage auftrat, und bei höherer Konzentration vermochte *Rhizopus* überhaupt nicht mehr zu gedeihen.

Da Kaliumnitrat dem Pilz als Stickstoffquelle dient, so könnte diesem Umstande irgend eine Wirkung zugeschrieben werden. Um diesen Einfluß auszuschalten, wurde in dem folgenden Versuche ein Stoff in verschiedenen Konzentrationen angewandt, welcher für die Ernährung des Pilzes nicht in Betracht kommt, nämlich Kochsalz.

Die Nährlösung hatte dieselbe Zusammensetzung wie vorhin, sie enthielt außer 0,5 % Kaliumnitrat und den übrigen Mineralsalzen Kochsalzmengen von 0,5—6 %. Kochsalz erwies sich allerdings für *Rhizopus* wenig geeignet, da es schon in verhältnismäßig geringen Mengen wachstumshemmend wirkt. Trotzdem führten auch diese Versuche zu dem Ergebnis, daß ein erhöhter osmotischer Druck die Oxydationsfähigkeit des Pilzes hemmt.

Folgende Tabelle möge dies erläutern.

Na Cl %	Wachstum	HCN-Geruch	
		Tag des Auftretens	Intensität
0	++++	4	++
½	++++	3	++
1	++++	3	++
2	++	6	+
4	+	8	+
6	—	—	—

Während ohne Na Cl der Blausäuregeruch erst am 4. Tage auftrat, bewirkte ein Zusatz von ½ und 1% dieses Salzes das Auftreten des Blausäuregeruchs schon am 3. Tage. Es würde also auch dieses Ergebnis für die aufgestellte Behauptung sprechen. Man muß aber berücksichtigen, daß Natriumchlorid offenbar auf *Rhizopus* einen schädlichen Einfluß ausübt, wie das langsame Wachstum schon in einer 2%igen Kochsalzlösung zeigt. Man könnte also diese oxydationshemmende Wirkung mit gleichem Rechte dem Einflusse des Kochsalzes als Gift zuschreiben.

Zur Klärung dieser Frage führten Versuche, welche mit Glycerin angestellt wurden. Glycerin hat in mäßiger Konzentration nicht die schädlichen Wirkungen des Kochsalzes, es wurden Konzentrationen bis zu 20% und höher vertragen.

Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse dieser Glycerinkulturen.

Glycerin %	Wachstum	HCN-Geruch	
		Tag des Auftretens	Intensität
0	++++	4	++
1	++++	3	+
2	++++	3	++
4	++++	3	++
6	+++	3	++
8	+++	3	++
12	++	5	+
16	++	7	+
20	++	7	+

Auch aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß durch die Steigerung der Konzentration die Oxydation des Cyanhydrins gehemmt wird. Zunächst tritt diese Tatsache bei der Betrachtung der glycerinfreien Lösung und der 1%igen Glycerinlösung hervor, wo durch den Zusatz von Glycerin der Blausäuregeruch schon am 3. Tage auftritt anstatt am 4.; bei der 2%igen Glycerinlösung macht sich im Vergleich zu der 1%igen eine Zunahme in der Stärke des Blausäuregeruchs bemerkbar; die 6- und 8%igen Lösungen weisen trotz des langsameren Wachstums des Pilzes noch dieselbe Intensität des Blausäuregeruchs auf wie die Lösungen schwächerer Konzentration. Diese Erscheinung könnte allerdings auf dieselbe Ursache zurückgeführt werden, welche schon die Ergebnisse mit NaCl als wenig zuverlässig erscheinen ließ, aber die beiden ersten Punkte scheinen die Behauptung zu rechtfertigen, daß die Oxydation des Cyanhydrins durch die Steigerung des osmotischen Druckes verlangsamt wird.

E. Einfluß des Lichtes.

Obgleich Schimmelpilze im allgemeinen bei völligem Lichtausschluß ihren Entwicklungsgang durchlaufen und dabei üppig gedeihen können, so ist dennoch das Licht nicht ohne Einfluß auf ihre Lebensvorgänge. Die Wirkung des Lichtes ist in den meisten Fällen wohl nur eine mittelbare, insofern als durch das Licht die Transpiration gefördert wird und die Transpiration einen wesentlichen Einfluß auf Ausbildung und Form der Fruktifikationsorgane ausübt[1]).

[1]) Vgl. Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. III, 1877 IV, 1881 und VIII, 1889. Ferner Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. Jahrb. wiss. Bot., 1900, Bd. 35, S. 80, und Lakon, Bedingungen der Fruchtkörperbildung bei Coprinus. Ann. mycol., 1907, Bd. 5, S. 155.

Bei der Bedeutung, welche das Eintreten der Fruktifikation auf die Spaltung des Amygdalins hat, ließe sich erwarten, daß das Licht auch Einfluß auf die uns interessierenden Vorgänge gewinnen könnte.

Die Anordnung der Versuche war dieselbe wie im Kapitel I. Die Erlenmeyerkolben wurden an einem nach Süden gelegenen Fenster dem Lichte ausgesetzt; hinter den Kulturen befand sich ein weißer Schirm, damit das Licht von der Zimmerseite auf die Kulturen reflektiert wurde und so auch von dieser Seite wirkte. Die Versuche wurden im Dezember angestellt, die Intensität des Lichtes war demnach nur eine mäßig starke.

Die Kulturen, in welchen *Aspergillus Wentii*, *Penicillium glaucum* und *Trichothecium roseum* wuchsen, wurden durch das Licht nicht wesentlich beeinflußt.

Dagegen sehr groß war der Einfluß, den das Licht auf die Kultur mit *Penicillium luteum* ausübte. In der Dunkelheit gab die Nährflüssigkeit vom 7. Tage an Zucker- und Cyanhydrinreaktionen, welche erst am 12. resp. 20. Tage ausblieben. Die Fruktifikation begann am 17. Tage. Bei Belichtung fing das Myzel bereits am 12. Tage an zu fruktifizieren. Blausäuregeruch trat in dieser Kultur niemals auf, und ein Niederschlag mit Fehlingscher Lösung wurde ebenfalls nicht erhalten. Man erkennt, daß in diesem Falle die durch Belichtung gesteigerte Transpiration die Bildung der Konidien beschleunigt. Nun geht aber, wie oben festgestellt wurde, mit einer Zunahme der Fruktifikation eine Abnahme der Enzymproduktion und somit eine Abnahme der Glykosidspaltung Hand in Hand. Dieser Vorgang findet bei *Penicillium luteum* in besonders auffallendem Maße statt, so daß der Blausäuregeruch, der in der Dunkelkultur 13 Tage lang wahrgenommen werden kann, am Lichte überhaupt nicht auftritt.

Groß ist auch der Unterschied zwischen Licht und Dunkelkulturen bei *Cladosporium herbarum*. In der Dunkelheit trat 4 Tage nach der Aussaat Zucker und am 10. Tage Cyanhydrin in der Flüssigkeit auf. Beide Stoffe nahmen zu, und schließlich wurde das Myzel durch das allzu reichlich abgespaltene Cyanhydrin getötet. Völlig anders verhielt sich die Kultur am Lichte. Blausäuregeruch trat nur am 5. Tage auf, und Zuckerreaktionen gab die Flüssigkeit vom 6.—14. Tage. Die Zuckermengen waren allerdings vom 8.—12. Tage ziemlich bedeutend. Später fand sich weder Zucker noch Cyanhydrin in der Nährlösung. Am Schlusse der Versuche sah das Myzel vollkommen frisch aus. Erklärlich wird dieser Vorgang, wenn man sich vergegenwärtigt, daß *Cladosporium* sich hauptsächlich an der Oberfläche entwickelt. Wenn nun das Licht auf die Kultur fällt, so wird das Myzel sehr lebhaft transpirieren, und die Folge ist eine reichliche Konidienbildung, wie sie auch tatsächlich vom 6. Tage ab zu beobachten war.

Bei *Botrytis cinerea* machte sich die Wirkung des Lichtes ebenfalls geltend, wenn auch weniger stark als bei den beiden soeben geschilderten Pilzen. Das Myzel begann bereits am 5. Tage zu fruktifizieren, also

4 Tage früher als in der Dunkelheit; aber während in der Dunkelheit die Lösung vom 7.—12. Tage Zucker enthielt, traten die Zuckerreaktionen am Licht erst später, vom 9.—14. Tage, auf. Wie dieser Vorgang zu deuten ist, läßt sich schwer sagen; die Annahme, daß die Konidienbildung vom 9. Tage ab verlangsamt wird, und daß infolgedessen die Bildung von Enzymen und die Spaltung des Glykosids zunimmt, würde dieses Verhalten erklären, jedoch mit Sicherheit ließ sich ein Stillstand in der Fruktifikation nicht beobachten. Dagegen konnte man vom 14. Tage ab, also von dem Tage, an welchem der Zuckergehalt zu sinken begann, deutlich erkennen, daß sich das fruktifizierende Myzel vergrößerte.

Auch *Oidium lactis* wies einen geringen Unterschied in beiden Kulturen auf. Während in der Dunkelheit die Lösung am 6. Tage etwas Zucker enthielt, war am Lichte niemals Zucker nachzuweisen. Da *Oidium lactis* jedoch auf Amygdalinlösung niemals emerses Myzel bildete, so kann diese Wirkung nicht der Transpiration zugeschrieben werden. Man muß wohl annehmen, daß das Licht noch eine besondere Wirkung ausübt, durch welche die Oxydation des Cyanhydrins gefördert oder die Spaltung des Amygdalins verlangsamt wird.

Daß tatsächlich eine derartige Wirkung vorliegt, macht das Verhalten von *Mucor racemosus* und *Mucor spinosus* wahrscheinlich. Beide bildeten nur ein untergetauchtes Myzel, entwickelten sich aber trotzdem am Lichte etwas anders als in der Dunkelheit.

Bei *Mucor racemosus* traten in der Dunkelheit der Blausäuregeruch am 2. und die Zuckerreaktionen am 3. Tage ein. Am Lichte wurde dieser Zeitpunkt etwas hinausgeschoben, denn der Blausäuregeruch zeigte sich am 3. Tage, und Zucker wurde erst am 5. Tage nachgewiesen. Im übrigen war der Verlauf der nämliche: Zucker und Cyanhydrin häuften sich an, und schließlich erfolgte der Tod des Myzels.

Ähnlich war der Verlauf bei *Mucor spinosus*. Aber während in der Dunkelheit etwa am 5. Tage vorübergehend die Spaltung überwiegt, Zucker und Cyanhydrin aber an den folgenden Tagen wieder verarbeitet werden, bis am 8. Tage definitiv der Verbrauch hinter der Spaltung zurückbleibt, nehmen am Lichte sowohl Zucker als auch Cyanhydrin von ihrem ersten nachweisbaren Auftreten in der Flüssigkeit am 5. resp. 8. Tage ständig zu, bis auch hier das Myzel getötet wird.

Vollkommen abweichend von diesen beiden Mucoraceen verhalten sich die übrigen, insofern als sie am Lichte Sporangien bilden und infolgedessen die in geringeren Mengen auftretenden Spaltungsprodukte schließlich verarbeiten können.

Mucor Mucedo zeigte in der Dunkelheit vom 9. Tage ab Blausäuregeruch und vom 14. Tage ab Zuckerreaktionen, welche allmählich zunahmen, bis schließlich das Myzel getötet wurde. Am Lichte traten diese Reaktionen früher auf, nämlich Blausäuregeruch vom 7.—10. Tage und

ein Niederschlag mit Fehlingscher Lösung am 9. Tage. Diese Reaktionen blieben später aus. Dafür konnte man aber beobachten, daß Myzelenden, welche an die Oberfläche getreten waren, sich dort ausbreiteten und Fruchthyphen bildeten.

Fast ebenso verhielt sich *Thamnidium elegans*. Auch in seinen Kulturen fand sich vorübergehend vom 8.—11. Tage Cyanhydrin und am 9. Tage Zucker in der Lösung. Am 12. Tage begann das Myzel zu fruktifizieren.

Rhizopus nigricans vermochte nur langsamer als die beiden vorhergehenden Mucoraceen die Spaltungsprodukte zu beseitigen. Anfangs war der Verlauf ein ähnlicher wie in der Dunkelkultur, aber während dort die Spaltungsprodukte sich stetig anhäuften und schließlich den Tod des Pilzes herbeiführten, trat vom 10. Tage ab eine Verminderung des Cyanhydrins und vom 15. Tage eine Verminderung des Zuckers ein. Am 18. Tage waren keine Spaltungsprodukte mehr in der Flüssigkeit nachweisbar; auf der Oberfläche ließen sich jetzt Sporangien erkennen.

V. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse.

Alle Schimmelpilze, welche daraufhin geprüft wurden, sind mehr oder weniger gut befähigt, Amygdalin zu spalten. Als Beweis hierfür dient das Wachstum der Pilze, denen Amygdalin als einzige Kohlenstoffquelle geboten wurde, ferner das Auftreten von Zucker und Cyanhydrin, welche bei der Mehrzahl der Pilze nachzuweisen waren. Der Verlauf der Spaltung läßt sich auch meines Dafürhaltens auf die von Brunstein angegebene Weise erklären, nämlich:

„1. Amygdalin wird gespalten in Glukose + Benzolcyanhydrin (nicht Blausäure + Benzaldehyd);

2. Glukose wird allmählich vom Pilze ins Myzel aufgenommen;

3. Cyanhydrin wird unter Ammoniakabgabe oxydiert zu Mandelsäure;

4. die Mandelsäure wird weiter extrazellular verarbeitet; wozu? — läßt sich kaum verfolgen."

Dabei ist jedoch der Vorgang fast bei allen Pilzen ein verschiedener; besonders das Verhältnis zwischen der Spaltung des Glykosids und der Verarbeitung der Spaltungsprodukte weist große Unterschiede auf.

a) Die Spaltung ist gering und das Wachstum auf Amygdalinlösung infolgedessen sehr langsam; Spaltungsprodukte sind nicht nachweisbar: *Trichothecium roseum*.

b) Die Spaltung geht schneller vor sich als bei a, das Wachstum ist daher energisch; der abgespaltene Zucker wird verbraucht, das Cyanhydrin wird oxydiert, Spaltungsprodukte sind somit in der Kulturflüssigkeit nicht nachweisbar: *Penicillium glaucum*, *Oidium lactis*.

c) Die Spaltung ist energisch; der Zucker wird verbraucht, Cyanhydrin bleibt übrig: *Monascus purpureus.*

d) Die Spaltung ist energischer als der Verbrauch, in der Nährlösung ist Zucker nachweisbar; das Cyanhydrin wird oxydiert: *Aspergillus Wentii, Botrytis cinerea.*

e) Wie bei der vorigen Gruppe ist Zucker nachweisbar, außerdem Cyanhydrin: *Aspergillus niger, Penicillium luteum, Cladosporium herbarum* und sämtliche *Mucoraceen.*

Bei *Cladosporium* und den *Mucoraceen* ist die Spaltung des Amygdalins sogar so stark, daß das abgespaltene Cyanhydrin schließlich den Tod des Myzels verursacht.

Einen sprungweisen Verlauf der Spaltung, wie ihn Brunstein z. B. für *Aspergillus oryzae* annimmt, konnte ich nicht feststellen. Nach Brunsteins Beobachtungen soll das kleine Myzel dieses Pilzes reichlich Amygdalin spalten und den Glykosidzucker als Nährmaterial benutzen; das herangewachsene Myzel soll dann einen weiteren Teil Amygdalin spalten. In meinen Kulturen, welche täglich untersucht wurden, verlief die Spaltungstätigkeit ziemlich gleichmäßig. Es wurde wohl dann und wann eine Verlangsamung oder Beschleunigung wahrgenommen, aber eine völlige Unterbrechung trat nie ein.

Daß manche Pilze imstande sind, größere Mengen von Cyanhydrin zu oxydieren als sie selbst abspalten, zeigen Kulturen, in denen mehrere Pilze nebeneinander wuchsen. Diese „kombinierten Kulturen" lassen auch erkennen, daß ein Pilz, der nur in geringer Menge amygdalinspaltende Enzyme bildet, den von einem anderen Pilz in reichlicher Menge abgespaltenen Glykosidzucker zu seinem Aufbau verwendet, und daß er auch das Cyanhydrin, welches jener nicht verarbeitet, in vielen Fällen oxydieren kann. Regulationen, welche die oxydierende Tätigkeit des Pilzes in quantitative Übereinstimmung mit der glykosidspaltenden Tätigkeit bringen, sind demnach keineswegs in allen Fällen wirksam.

Sehr mannigfaltig ist der Einfluß, den äußere Bedingungen auf die Spaltungsvorgänge ausüben können. Durch die Darbietung von anderen Kohlenstoffquellen neben dem Amygdalin wird fast immer die Bildung der amygdalinspaltenden Enzyme regulatorisch beeinflußt. Wird den Pilzen eine gute Kohlenstoffquelle in genügender Menge neben dem Amygdalin zur Verfügung gestellt, z. B. Glukose, so wird in den meisten Fällen nur diese verbraucht, während das Glykosid nicht oder nur wenig angegriffen wird. Anders ist der Verlauf, wenn den Pilzen ein wenig geeigneter Nährstoff neben dem Glykosid geboten wird, z. B. Glycerin. Die meisten Pilze bevorzugen auch Glycerin vor dem Amygdalin, aber einige Mucoraceen verarbeiten diese Stoffe gleichzeitig, ein Beweis dafür, daß das Wahlvermögen auch nahe verwandter Arten verschieden sein

kann. Auch Pepton wurde von einigen Pilzen gleichzeitig mit dem Amygdalin verzehrt, während es von der Mehrzahl dem Glykosid vorgezogen wurde. Versuche mit Stärke neben Amygdalin zeigten, daß bei manchen Pilzen die Diastasebildung durch die Gegenwart des Amygdalins angeregt wird.

Bei einigen Pilzen, besonders bei den empfindlichen Mucoraceen und bei denjenigen, welche mehr Amygdalin spalten als sie verarbeiten können, ist zu erkennen, daß das abgespaltene Cyanhydrin Giftwirkungen ausübt. In manchen Fällen regen diese Wirkungen das Wachstum an, nämlich dort, wo der Stoff in geringer Menge auftritt; in anderen Fällen, wo reichlich Cyanhydrin abgespalten wird, hemmt es das Wachstum und führt schließlich den Tod des Myzels herbei. Andere Pilze wiederum werden durch das Cyanhydrin nicht beeinflußt.

Durch Zusatz eines anderen Giftes in geringer Menge ($ZnSO_4$) kann der Spaltungsvorgang in verschiedener Weise beeinflußt werden. Sehr widerstandsfähige Pilze, auf welche das Cyanhydrin keinen Einfluß ausübt, ertragen in der Regel auch die geringen Mengen dieses Metallsalzes ohne irgendwelche Veränderung, und diejenigen Pilze, welche vom Cyanhydrin getötet wurden, erliegen frühe beim Zusatz eines anderen Giftes. Dagegen auf Pilze, deren Wachstum durch das abgespaltene Cyanhydrin gefördert wird, ist der Einfluß des Zinksulfats entweder derartig, daß das Wachstum weiter gesteigert wird, oder aber, das Wachstum wird gehemmt, indem durch den Zusatz des Giftes die Grenze der Widerstandsfähigkeit überschritten wird.

Der Einfluß des osmotischen Druckes wurde genauer nur mit *Rhizopus*-Kulturen geprüft, wo der osmotische Druck die oxydierende Tätigkeit des genannten Pilzes hemmte.

Die von mir angestellten Versuche zeigen, daß das gespaltene Amygdalin auf die meisten Pilze die Wirkungen eines Giftes ausübt. Am deutlichsten werden diese Wirkungen dort erkannt, wo der abgespaltene Giftstoff, das Cyanhydrin, in großen Mengen auftritt, nämlich bei den Mucoraceen und bei *Cladosporium*, bei denen es regelmäßig den Tod verursacht. Aber auch bei anderen Pilzen treten diese nachteiligen Wirkungen auf, wenn auch nicht in so hohem Maße. Besonders die Ausbildung der Fruktifikationsorgane wird in vielen Fällen durch das Cyanhydrin stark gehemmt. So werden von den Mucoraceen auf reiner Amygdalinlösung niemals Sporangien gebildet. Auf anderen Nährlösungen wird die Sporangienbildung durch einen Zusatz von Amygdalin verzögert. Die Verzögerung der Fruktifikation tritt auch bei Pilzen ein, die sich als ziemlich widerstandsfähig erwiesen hatten, so bei *Aspergillus niger* und *Penicillinm luteum*, ja sogar bei *Penicillium glaucum* und *Aspergillus Wentii*.

Der wachstums- und fruktifikationshemmende Einfluß des abgespaltenen Cyanhydrins kann durch die Wirkung des Lichtes aufgehoben

werden. Die durch Belichtung gesteigerte Transpiration regt die Fruktifikation an und bewirkt hierdurch eine Verlangsamung der Bildung von glykosidspaltenden Enzymen. Wie einflußreich in manchen Fällen eine Hemmung der Spaltung, besonders eine Abnahme des Cyanhydrins, ist, geht daraus hervor, daß *Cladosporium*, *Mucor Mucedo*, *Rhizopus* und *Thamnidium* in Lichtkulturen am Leben bleiben, während sie im Dunkeln durch die reichlichen Mengen von Cyanhydrin getötet werden.

In denjenigen Fällen, in welchen das Cyanhydrin in geringen Mengen auftritt, wirkt es wachstumsfördernd. So erfährt das Wachstum bei einigen Mucoraceen anfangs eine Beschleunigung, der allerdings bald eine Hemmung durch größere Mengen folgt. Unter manchen Bedingungen erfolgt bei *Monascus purpureus* eine Förderung des Wachstums durch Amygdalinernährung, aber immer erfolgt sie bei *Botrytis cinerea* und bei *Oidium lactis*.

Tabellen umseitig.

Aspergillus niger.

Tag nach der Aussaat	½ % Amygdalin[1]			½ % Amygdalin + 5 % Glukose		½ % Amygdalin + 5 % Glycerin		½ % Amygd. + 1 % Pepton			½ % Amygdalin + 0,005 % $ZnSO_4$		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1	Myzel subm. + emers			Myzel subm. + emers		Myzel subm. + emers		Myzel subm. + emers					
2								Beginn der Fruktifikat.			Myzel subm. + emers		
3	etw. Fruktif.			Fruktifikat.		Fruktifikat.		Frukt. stark			Beginn der Fruktifikat.	+	+
4													
5													+
6		+	++								Fruktifikat. ziemlich gut		
7		+	+										
8		+	+										+
9		+	+										+
10	Frukt. stark										Fruktifikat. steht still		++
11													+++
12													+++
13													+++
14	Fruktifikat. sehr stark											+	++++
15												+	++++
16											Fruktifikat. wird wieder stärker		+++
17													++
18													+
19													
20													

[1]) Außerdem enthielten sämtliche Nährlösungen: 0,5 % KNO_3, 0,2 % KH_2PO_4, 0,2 % $MgSO_4$.

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygd. +5% Glukose		½% Amygd. +5% Glycerin		½% Amygdalin +1% Pepton			½% Amygdalin +Zn SO_4			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1																
2	Myzel submers			Myz.subm. + emers		Mz. subm. + emers		Mz. subm. + emers			Myzel submers					
3	Myzel emers					Wachst. langsam			+ + +	+				Myzel submers		
4									+ + +	+ + +			+	Mz. emers		
5			+	Beginn der Fruktifik.					+	+ + +	Myzel emers		+ +			+
6			+ +							+			+ +			+ +
7			+ + +							+			+ + +			+ +
8		Pilz-G.	+ + +										+ + +	Beg. d. Fr.		+ + +
9	Beginn der Fruktifik.		+ + + +								Beginn d. Fruktifik.		+ +			+ + +
10			+ + + +										+ +			+ + +
11	Sporen weißl. gelb		+ +										+			+ + + +
12			+													+ + + +
13																+ + +
14	Sporen zitronen-gelb															+ +
15																+
16														Starke Fr.		
17	Starke Fruktifik.															
18																
19																
20	Sporen ockergelb															

Penicillium glaucum.

Tag nach der Aussaat	½ % Amygdalin			½ % Amygdalin + 5 % Glukose		½ % Amygdalin + 5 % Glycerin		½ % Amygdalin + 1 % Pepton			½ % Amygdalin + $Zn SO_4$			½ % Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1																
2	Myzel submers + em.			Myzel submers + em.		Myzel submers + em.								Myzel submers + em.		
3																
4																
5	Beginn der Fruktifikat.		+	Beginn der Fruktifikat.		Beginn der Fruktifikat.		Myzel submers + em. Wachstum sehr langsam			Beginn der Fruktifikat.			Beginn der Fruktifikat.		
6																
7																
8																
9																
10													+			+
11			+													
12																
13											Starke Fruktifikat.			Starke Fruktifikat.		
14																
15																
16																
17			+													
18																
19																
20																

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygdalin + 5% Glukose		½% Amygdalin + 5% Glycerin		½% Amygdalin + 1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1																
2								Myzel submers + em.								
3	Myzel submers			Myzel submers + em.		Myzel submers + em.		Wachstum sehr langsam			Myzel submers			Myzel submers		
4				Wachstum gut		Wachstum gut										
5				em. Myzel gelblich												
6																
7		+	+	subm. Myz. dicht				Myzel klein					+			
8		+	+													
9		+	+													
10		+	+													
11		+	+											Beginn der Fruktifikat.		
12		+														
13		+ +														
14		+ +														
15		+ +														
16		+ +														
17	Fruktifikat.	+												Starke Fruktifikat.		
18		+														
19		+														
20																

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygd +5% Glukos.		½% Amygd. +5% Glycer.		½% Amygdalin +1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1																
2	Myzel subm.							Myzel subm. + emers								
3				Myzel subm. + emers					+					Myzel sub-mers Myzel emers		
4	Myzel emers		+			Myzel subm. + emers				+	Myzel subm.					
5			++	Wachst. u. Frukt. gut							Myz. em.					
6	Wachst.		++												+	
7	langsam		++										+	Fruktif. gut		+
8			++							+		+	+++			++
9			+++						++	++		+	+++			+++
10		+	+++						++++	+++		++	+++			+++
11		+	+++						++++	++++	Stillstd. im	++	++++			+++
12		+	+++					Myz. tot	++++	++++	Wachst.	++	++++			+++
13		++	+++						++++	++++		++	++++			+++
14		++	++++						++++	++++		+++	++++			++
15		++	++++						++++	++++	Myz. tot	+++	++++			+
16		+++	++++						++++	++++		+++	++++			
17	Myzel tot	+++	++++						++++	++++		++++	++++	Starke Fruktif.		
18		+++	++++						++++	++++		++++	++++			
19		++++	++++						++++	++++		++++	++++			
20		++++	++++						++++	++++		++++	++++			

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygdalin + 5% Glukose		½% Amygdalin + 5% Glycerin		½% Amygdalin + 1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1																
2				Myzel submers + em.				Myzel submers								
3				Wachstum gut		Myzel submers		Wachstum gut								
4	Myzel submers			Beginn der Fruktifikat.		Wachstum langsam					Myzel submers			Myzel submers		
5																
6	Wachstum															
7	sehr			Zieml. gute												
8	langsam			Fruktifikat.												
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16														Fruktifikat.		
17																
18																
19																
20																

Monascus purpureus.

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygdalin + 5% Glukose		½% Amygdalin + 5% Glycerin		½% Amygd. + 1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1	Myzel submers												
2	Wachstum gut										Myzel subm. + emers		
3				Myzel submers Wachstum gut		Myzel submers Wachstum gut		Myzel submers Wachstum gut					
4	Myzel emers												
5				Myzel emers									
6								Wachstum langsam					
7													
8													
9													
10													
11													
12	Beginn der Fruktifikat.	+											
13	Myzel rosa	+											
14		+										+	
15		+										+ +	
16		+ +										+ +	
17		+ +										+ +	
18		+ +										+ +	
19		+ +										+	
20	Myzel purpurrot	+										+	
21		+											

Tag nach der Aussaat	1/2% Amygdalin			1/2% Amygdalin + 5% Glukose		1/2% Amygdalin + 5% Glycerin		1/2% Amygdalin + 1% Pepton			1/2% Amygdalin + $ZnSO_4$			1/2% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HNC-Geruch	Zucker
1																
2	Myzel submers + em.							Myzel submers			Myzel submers + em.					
3		Pilzger.		Myzel submers		Myzel submers		Myzel emers						Myzel submers + em.		
4				Myz. emers		Wachstum		Wachstum					+			
5				Fruktifikat.		langsam		gut					+	Beginn der Fruktifikat.		
6				Wachstum gut							Beginn der Fruktifikat.		+ +			
7			+										+ + +			
8			+										+ + +			
9	Beginn der Fruktifikat.		+ +								Fruktifikat. gut		+ +	Fruktifikat. gut		+
10			+ + +										+			+ +
11	Starke Fruktifikat.		+ +													+ +
12			+								Starke Fruktifikat.			Starke Fruktifikat.		+ +
13																+
14	Sklerotien															
15																
16														Sehr starke Fruktifikat.		
17																
18																
19																
20																

Oidium lactis.

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygdalin + 5% Glukose		½% Amygdalin + 5% Glycerin		½% Amygdalin + 1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1	Myzel submers Wachstum sehr schnell			Myzel submers Wachstum mäßig gut		Myzel submers Wachstum langsam		Myzel submers Wachstum sehr schnell			Myzel submers Wachstum sehr gut		++++	Myzel submers Wachstum sehr gut		
2																
3			+													
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygd. +5% Glukose		½% Amygd. +5% Glycerin		½% Amygdalin +1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1				Myzel submers				Myzel submers								
2				Wachstum mäßig gut		Myzel submers		Wachst. gut		+	Myzel submers Wachstum langsam			Myzel submers		
3	Myzel submers								++							
4	Wachstum langsam				+		+	Stillstand im Wachst.								
5				Stillstand i. Wachst.												
6																
7												+			+	
8												++	+		++	
9		+										++	+		++	+
10		+										++	++	Fruktifik.	+	
11		+							•			+++	++			
12		+										+++	++			
13		++										+++	+++			
14		++	+									++++	+++			
15		++	+									++++	+++			
16		+++	++									++++	++++			
17		+++	++									+++++	++++			
18		+++	++									+++++	++++			
19		+++	+++									++++	+++++			
20	Myzel tot	++++	+++									++++	+++++			

Mucor racemosus.

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygd. +5% Glukos.		½% Amygdalin + 5% Glycerin		½% Amygd. + 1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1	Myzel subm.			Myzel subm.				Myzel subm.			Myzel subm.			Myzel subm.		
2	Wachst. gut	+		Wachst. gut	+	Myzel subm.		Wachst. gut			Wachst. gut			Wachstum sehr gut		
3		++	+				+		++			+			+	
4	Wachst. langsam	+++	++			Stillstd. im Wachst.	++	Wachst. langsam	+			+	+		+	
5		+++	++				+++					++	++		++	
6		++++	+++				++++	Stillstd. im Wachst.				+++	++		+++	+
7		++++	+++			Myzel tot	++++					+++	+++		+++	++
8		++++	++++				++++					++++	+++		++++	+++
9		++++	++++				++++					++++	++++		++++	+++
10		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++
11		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++
12	Myzel tot	++++	++++				++++				Myzel tot	++++	++++	Myzel tot	++++	++++
13		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++
14		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++
15		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++
16		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++
17		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++
18		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++
19		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++
20		++++	++++				++++					++++	++++		++++	++++

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygd. + 5% Glukose		½% Amygd. + 5% Glycerin		½% Amygdalin + 1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1				Myzel submers				Myzel submers								
2	Myzel subm.			Wachstum gut	++	Myzel subm.		Wachstum gut			Myzel subm.			Myzel subm.		
3							+		+							
4		+					++					+				
5		+	+				++	Wachstum langsam							+	
6		+					++								+	
7							++					++	+		+	
8		+					+++					++	++		++	+
9		++				Myzel tot	+++					++	++		++	++
10		++	+				+++					+++	++		+++	+++
11		+++	+				+++					+++	++		+++	+++
12		+++	++				+++					+++	++		++++	++++
13		++++	++				+++				Myzel tot	++++	+++	Myzel tot	++++	++++
14		++++	+++				+++					++++	+++		++++	++++
15	Myzel tot	++++	+++				+++					++++	+++		++++	++++
16		++++	++++				+++					++++	+++		++++	++++
17		++++	++++				+++					++++	+++		++++	++++
18		++++	++++				+++					++++	+++		++++	++++
19		++++	++++				+++					++++	+++		++++	++++
20		++++	++++				+++					++++	+++		++++	++++

Rhizopus nigricans.

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygd. +5% Glukos.		½% Amygd. +5% Glycer.		½% Amygdalin + 1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1				Myzel subm.				Myzel subm.			Myzel subm.			Myzel subm.		
2	Myzel subm.			Myzel emers				Wachstum gut	++			+				
3				Wachstum ziemlich gut		Myzel subm.										
4		+				Myzel emers			+++	+		+				+
5		+	+			Wachst. langsam		Stillstd. im Wachstum	+++	+++		++	+		+	
6		+	+						++++	++++		++	+			+
7			++	Beginn d. Frukt.				Myzel tot	++++	++++		+++	++		+	++
8			++						++++	++++		+++	++		++	+++
9		+	++						++++	++++		+++	++		++	+++
10		+	+++						++++	++++		++++	+++		+	+++
11		+	+++						++++	++++		++++	+++		+	+++
12		++	+++						++++	++++		++++	+++		+	+++
13		++	++++						++++	++++		++++	++++		+	+++
14		+++	++++						++++	++++		++++	++++			+++
15		+++	++++						++++	++++		++++	++++			+++
16		+++	++++						++++	++++		++++	++++			+++
17		++++	++++						++++	++++		++++	++++			++
18		++++	++++						++++	++++		++++	++++			++
19		++++	++++						++++	++++		++++	++++	Fruktifikation		+
20	Myzel tot	++++	++++						++++	++++	Myzel tot	++++	++++			

Tag nach der Aussaat	½% Amygdalin			½% Amygdalin + 5% Glukose		½% Amygdalin + 5% Glycerin		½% Amygdalin + 1% Pepton			½% Amygdalin + $ZnSO_4$			½% Amygdalin (Licht)		
	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker	Wachstum	HCN-Geruch	Zucker
1				Myzel submers				Myzel submers			Myzel submers					
2	Myzel submers				++			Wachstum gut						Myzel submers		
3	Wachstum langsam					Myzel submers										
4								Myzel emers etw. Fruktifikat.								
5			+				+									
6			+				++									
7							++					+	+			
8							+++					+	+		+	
9		+					+++					++	+		++	+
10		+				Myzel tot	+++					++	+		++	
11		+					+++					++	+		++	
12		+	+				+++				Myzel emers	++	++	Fruktifikat.		
13		+					+++					+	++			
14		+	+				+++					+	+			
15		+	+				+++				Fruktifikat.		+			
16		++	+				+++									
17		++	++				+++									
18		++	++				+++									
19		++	++				+++									
20		++	+++				+++									

A Disease of the Cultivated Fig, Ficus Carica L.[1])

By Fred. A. Wolf.

In the month of August, 1910, some partially decayed figs were brought to the botanical laboratory of the University of Texas. The tissue of the fruit was found to contain the mycelium of a fungus, with no evidence, however, of the formation of spores either upon the surface or within the tissue of the fig. Consequently, some of the rotted tissue from the interior of the fruit was transferred with a sterile needle to slant tubes of glucose agar in the hope that the fungus might be induced to develop its fruits. In every case a pure culture of a fungus was obtained, whose mycelium was loose, floccose and whitish at first, becoming grayish and finally inky black. After four days an abundance of pycnidia were developed on the surface of the agar.

At the same time some of the figs had been left intact and others cut open and placed in a sterile moist chamber to permit the further growth of the fungus. Pycnidia were abundantly formed, at first underneath the epidermis, at length breaking through and appearing as minute black specks. On the fruits which had been opened the pycnidia were developed also on the exposed surface. The pycnidia from the fruits as well as from the cultures were found to contain the spores of a species of Macrophoma.

Two species of Macrophoma have been described as occurring on figs. *Macrophoma sycophila*[2]) (Massee) Sacc. and D. Sacc. occurs on the dried leaves of Ficus sp. in Queensland, Australia. The other one was recently described as a new species, *Macrophoma fici*[3]) Alm. and Cam., occurring on the dead twigs of *Ficus punctifera* Warb. in Africa. Because the species which I have found on the fruit agrees in morphological characters with this latter species, it is referred to *Macrophoma fici*. No record has been found of its previous occurrence either in America or in any other locality than in Africa. Neither is there any record that this fungus is capable of producing a disease of the fruit.

This disease has been observed only on one of the purple varieties of figs. Because of this color of the fruit the symptoms of the progress

---

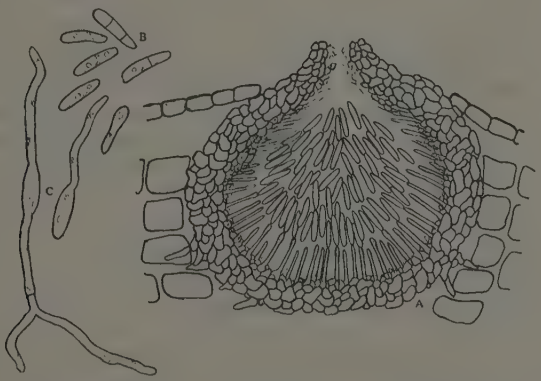
[1]) Contribution from the Department of Botany, Cornell University, No. 145.

[2]) Massee, G., Roy. Bot. Gardens, Kew Bull. 177:156. 1901.

[3]) d'Almeida, J. V., and d'Souza da Camara, M., Duas especies mycologicas Africanas. Revista Agronomica. 4:61. 1906.

of the rot are not prominent. The fungus gains entrance by way of the open end of the receptacle, just at the time that the fruit is beginning to ripen. This end of the fruit becomes slightly yellowish and a small drop of sugary juice is exuded which collects at the opening. Often this discoloration is scarcely noticeable and may be accompanied by a slight depression. The softer nature of the diseased part of the fruit and the presence of the sugary excretion are characters by which the diseased figs can be distinguished from healthy ones. A characteristic odor resembling fermentation accompanies the fungus in the fruit. In the advanced stages the figs are completely decayed and drop from the tree.

The pycnidia vary in size from 150—350 μ. The pycnidial wall consists of dark, thick-walled, parenchymatous cells. The pycnidia are globose or slightly flattened. The spores which are 22—28 × 10—12 μ



are borne on basidia longer than the spores. These basidia are straight and uniform or slightly clavate.

In order to gain some idea of the manner in which the fungus maintains itself from year to year an examination of the trees bearing diseased fruit was made. It is known that the disease has been present in one grove for several years, resulting in an estimated loss of one third to one half the crop. Since fallen fruit is either eaten by animals or soon completely disintegrates, it was evident that the fungus must harbor in some other substratum. Many of the twigs and tips of the larger branches were found to be dead. Within the dead bark were embedded numerous, black pycnidia whose spores agreed in size with those found on the fruits. In order to determine their identity cultures were made. The resulting mycelial growth was the same as that obtained from the plantings of the diseased tissue of the figs, and within a few days pycnidia appeared in these cultures. The identity was further

established by transferring some of this mycelium to the opening of normal fruits in a moist chamber, care being taken to not injure adjacent tissue. Within three days the entire fruits were invaded by the filaments of the fungus and later pycnidia were formed.

In the original description the range in size of pycnidia is from 250—350 μ. On the twigs they are commonly found to be much smaller being only 150 μ in diameter. Attention may also be called to the fact that the great variation in spores[1]) exists also in the spores taken from pycnidia on the decayed fruits. In addition to this wide range of variation in form, occasional spores were observed to be septate sometimes dividing the spore into two unequal halves. In a few rare instances two septa were observed. Since the spores of some fungi become septate before the formation of germ tubes, the presence of these septa might be thought by some to be initial steps in germination. Observations on the germination of *Macrophoma fici*, however, show that the spores germinate in the normal manner. A hypha is formed terminally which soon becomes branched and septate at irregular intervals. The occurrence of two-celled or three-celled spores in *Macrophoma fici* is the exception rather than the rule. For this reason it is felt that no taxonomic significance need be attached to the occasional presence of spores with septa. This variation from the typical unicellular condition need only be considered as one of the peculiar characteristics of this species of Macrophoma occurring on the fig.

There occurs on the same twigs a species of *Pleospora* and also of *Phoma*. Both of these have been isolated and grown in pure culture. Neither of them showed, from this culture work, any relation to *Macrophoma fici*.

At present no data is available as to the distribution of the disease nor have any experiments been conducted on methods of control. Judging, however, from the life history of the fungus there is at least one suggestion as to control measures. The fungus is very evidently parasitic on the twigs and larger branches and hibernates within the bark. If these diseased parts were cut off and destroyed early in the season little or no infection need be expected.

Explanation of Figures.

A. Pycnidium of *Macrophoma fici* occurring within the bark of twigs × 225.

B. Conidia showing variation in shape and septation × 450.

C. Germination of conidia × 450.

[1]) Sporulis diversiformibus (ovoideis, ellipticis, elliptico-ovoideis, conoideis, vel pyriformibus).

Neue Literatur.

Arcangeli, G. Sul parassitismo di alcùni funghi (Proc. verb. Soc. tosc. Sc. nat. XX, 1911, p. 13—16).

Baccarini, P. Sulla carie dell' Acer rubrum L. prodotta dalla Daedalea unicolor (Bull.) Fr. (Bull. Soc. bot. Ital. 1911, p. 100—104).

Barker, B. T. P. The fungicidal action of Bordeaux mixtures (Journ. Agric. Sc. vol. IV, 1911, p. 76—94).

Bittmann, O. Schwarzwerden von Zelluloseholz (Oesterr. Forst- u. Jagdztg. vol. XXIX, 1911, p. 40).

Bretschneider, A. Ein Beitrag zur Bekämpfung des roten Brenners (Pseudopeziza tracheiphila Müll.-Thurg.) (Wiener landw. Ztg. vol. LXI, 1911, p. 43).

Brick, C. Zythia resinae (Fr.) Karst. als unangenehmer Baupilz (Jahrber. Vertr. angew. Bot. vol. VIII, 1911, p 164—170).

Bubák, F. Ein neuer Pilz mit sympodialer Konidienbildung (Ber. deutsch. Bot. Ges. vol. XXIX, 1911, p. 381—385, 1 tab., 2 fig.).

Bucholtz, F. Neue Beiträge zur Morphologie und Cytologie der unterirdischen Pilze (Fungi hypogaei). Teil I. Die Gattung Endogone Link (Arbeiten aus dem Naturhist. Museum der Gräfin K. P. Scheremetjeff in Michailowskoje IX, 1911, X und 108 pp., 8 tab.). Russisch mit deutschem Resumé.

Buscalioni, L. e Muscatello, G. Contribuzione allo studio delle lesione fogliari (Malpighia vol. XXIV, 1911, p. 27—88).

Campa et Martinot-Lagarde. Notice sur les altérations des bois dues aux champignons et les moyens de s'en préserver (Nancy 1911, 8°, 44 pp., 1 tab.).

Conard, H. S. Spore formation in Lycogala exiguum Morg. (Proc. Jowa Acad. Sc. vol. XVII, 1910, p. 83—84).

Cook, M. T. The double blossom of the clewberry, Fusarium Rubi Winter (Bull. Delaware Coll. Agric. Exp. Stat. no. 93, 1911).

Cook, M. T. and Taubenhaus, J. J. The relation of parasitic fungi to the contents of the cells of the host plants. 1. Toxicity of tannin (Bull. Delaware Coll. Agric. Exp. Stat. no. 91, 1911).

Crowther, C. and Ruston, A. G. The nature, distribution and effects upon vegetation of atmospheric impurities in and near an industrial town (Journ. Agric. Sc. vol. IV, 1911, p. 25—55).

Dafert, F. W. Bericht über staatliche Maßnahmen anläßlich des Auftretens und der Verbreitung der Blattrollkrankheit der Kartoffel in den Jahren 1908—1909 (Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Oesterr. vol. XIV, 1911, p. 757).

Erikson, J. La rouille des mauves (Puccinia Malvacearum Mont.), sa nature et ses phases de développement (Compt. Rend. Acad. Sc. Paris vol. CLII, 1911, p. 1776—1779).

Farneti, R. La cancrena delle zampe di asparago (Riv. Patol. veget. vol. IV, 1910, p. 273—277).

Faull, J. H. The cytology of the Laboulbeniales (Annals of Botany vol. XXV, 1911, p. 649—654).

Fedorowicz, S. Gymnosporangium ma jalowcu halnym w górách Swidowskiech (Gymnosporangium auf Juniperus nana in dem Gebirge von Swidowiec (Kosmos vol. XXXVI, 1911, p. 309).

Fries, R. E. Ueber die cytologischen Verhältnisse bei der Sporenbildung von Nidularia (Zeitschr. f. Botanik vol. III, 1911, p. 145—165, 2 tab.).

Fuchs, J. Ueber die Beziehungen von Agaricineen und anderen humusbewohnenden Pilzen zur Mycorhizenbildung der Waldbäume (Bibl. bot. 1911, 32 pp.).

Gándara, G. Maladies de l'oranger (Citrus aurantium) (Mem. y Rev. Soc. cient. „Antonico Alzate" vol. XXXVIII, 1910, p. 155—192).

Großenbacher, J. G. and Duggar, B. M. A contribution to the life-history, parasitism, and biology of Botryosphaeria Ribis (New York Agric. Exp. Stat. Techn. Bull. no. 18, 1911, p. 115—190, 12 tab.).

Grove, W. B. Fungi from the Antrim coast (Irish Naturalist vol. XX, 1911, p. 142).

Guéguen, F. Sur un nouvel organe différencié du thalle des Mucorinées (Compt. Send. Acad. Sc. Paris vol. CLI, 1911, p. 1684—1685).

Guilliermond, A. Sur un exemple de copulation hétérogamique observé chez une levure (Compt. Rend. Soc. Biol. Paris vol. LXX, 1911, p. 442—443, 1 fig.).

Guilliermond, A. Le développement et la phylogénie des levures (Revue géner. des Sciences pures et appl. 1911, 11 pp., 27 fig.).

Hansen, E. C. Grundlinier for Saccharomyceternes Systematik (Medd. Carlsberg Labor. vol. IX, 1911, No. 2).

Hansen, E. C. Nye Undersøgelser over Gaerarternes Kredslob i Naturen (l. c.).

Hansen, E. C. Om Alkoholgaersvampenes Arnesteder ovenover Jorden (l. c.).

Hansen, E. C. Overgaer og Undergaer. Studier over Variation og Arvelighed (l. c.).

Hansen, E. C. Om Aethylalkohols draebende Virkning paa Bakterier og Gaer (l. c.).

Harper, R. A. Nuclear phenomena and sexual reproduction in fungi (Amer. Nat. vol. XLIV, 1910, p. 533—546).

Heilborn, A. Unsere Pilz-Anleitung zum Bestimmen und Sammeln der häufigsten eßbaren und giftigen Pilze (Berlin 1911, 8°, 91 pp., 4 tab., 19 fig.).

Höhnel, Fr. v. Fragmente zur Mykologie (XIII. Mitt. Nr. 642—718). (Sitzungsber. Kais. Akad. Wissensch. Wien 1911, 106 pp.)

Himmelbauer, W. Zur Kenntnis der Phytophthoreen (Jahrb. Hamburg. wiss. Anstalten 1911, p. 39—61, 1 tab., 14 fig.).

Horne, A. S. Some troublesome diseases of the potato tuber (Rept. British Ass. Adv. Sc. Sheffield 1910, p. 578).

Jones, M. E. Montana botany notes (Bull. Univ. Montana no. 61, 1910, 75 pp., 5 tab.).

Kniep, H. Ueber das Auftreten von Basidien im einkernigen Mycel von Armillaria mellea Fl. Dan. (Zeitschr. f. Bot. vol. III, 1911, p. 529—553, 2 tab.)

Kusano, S. On the chloranthy of Prunus Mume caused by Caeoma Makinoi (Journ. of the College of Agricult. Imp. Univ. Tokyo vol. II, 1911, p. 287—326, tab. XVII—XVIII).

La Garde, Roland. Ueber Aërotropismus an den Keimschläuchen der Mucorineen (Centralblatt f. Bakt. etc. II. Abt. vol. XXXI, 1911, p. 246—254, 1 fig.).

Maire, R. La biologie des Urédinales. (État actuel de la question). (Progressus rei botanicae vol. IV, 1911, p. 109—162).

Matejka, F. Krankheiten forstlicher Holzgewächse. I. Teil (Pisek in Böhmen, Selbstverlag der Forstschule, 1910, 8°, 140 pp.) — Tschechisch.

Mc Alpine, D. Tomatoes and Irish blight (Journ. Dept. Agric. Victoria vol. IX, 1911, p. 379—382, 1 tab.).

Migliardi, V. La flora micologica della provincia di Venezia (Padova 1911, 8°, 14 pp., 2 tab.).

Minden, M. v. Chytridiineae (Forts.), Ancylistineae, Monoblepharidineae, Saprolegniineae (Anfang) in „Kryptogamenflora der Mark Brandenburg" vol. V, 1911, p. 353—496.

Möbius, M. Pilzgallen an Buchenstämmen (Ber. Senckenberg. Naturf. Ges. Frankfurt a. M. XLII, 1911, p. 7—12, 6 fig.).

Müller, F. Untersuchungen über die chemotaktische Reizbarkeit der Zoosporen von Chytridiaceen und Saprolegniaceen (Jahrb. wissensch. Botanik. vol. IL, 1911, p. 421—521).

Müller-Thurgau, H. Die Ansteckung der Weinrebe durch Plasmopara (Peronospora) viticola (Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinbau 1911, No. 14, 7 pp.)

Munerati, O. La Sphacelotheca Reiliana Kühn nel Sorghum halepense (Staz. sperim. Agr. ital. vol. XLIII, 1910, p. 718—722).

Munerati, O. La lotta contre le piante infeste per mezzo dei loro parassiti naturali (Staz. sperim. Agr. ital. vol. XLIV, 1911, p. 165—174, 1 tab.).

Namyslowski, B. Beitrag zur Kenntnis der Rostpilze (Kosmos vol. XXXVI, 1911, p. 293—299). — Polnisch. u. deutsch.

Pâque, E. La maladie du chêne en 1909 et 1910 (Bull. Soc. roy. bot. Belgique vol. XLVIII, 1911, p. 22—26).

Peck, Ch. H. Report of the State Botanist 1910 (New York State Museum Bull. no. 150, Albany 1911, 100 pp., tab. 121—123, IV, VI).

Petch, T. Note on the biology of the genus Septobasidium (Annals of Botany vol. XXV, 1911, p. 843).

Prowazek, S. v. Pathologie und Artbildung (Biol. Centralblatt vol. XXXI, 1911, p. 475—480).

Prunet, A. Sur diverses méthodes de pathologie et de thérapeutique végétales (Compt. Rend. Acad. Sc. Paris vol. CLII, 1911, p. 1685—1688).

Rouppert, K. Puccinia Zopfii Winter w Polsce (Puccinia Zopfii Winter in Polen (Kosmos vol. XXXVI, 1911, p. 311—313).

Sauton, B. Germination in vivo des spores d'A[spergillus] niger et d'A. fumigatus (Compt. Rend. Acad. Sc. Paris vol. CLII, 1911, p. 1697—1698).

Schorstein, J. Pilze an Kiefernschwellen (Oesterr. Forst- u. Jagdztg. vol. XXIX, 1911, p. 111).

Schorstein, J. Wirkt Kalkwasser holzkonservierend? (Oesterr. Forst- u. Jagdztg. vol. XXIX, 1911, p. 320).

Seaver, F. J. The Hypocreales of North America — IV. Tribe IV. Cordycipiteae (Mycologia vol. III, 1911, p. 207—230, tab. LIII—LIV).

South, F. W. Fungus diseases of ground nuts in the West Indies (West Indian Bull. vol. XI, 1911, p. 154—160).

Spaulding, P. The rusts of Tsuga canadensis (Phytopathology vol. I, 1911, p. 94—96, 2 fig.).

Spaulding, P. The blister rust of white pine (U. S. Dept. of Agricult. Bureau of Plant Industry Bull. no. 206, 1911, 78 pp., 2 tab.).

Stewart, F. C., French, G. T. and Sirrine, F-A. Potato spraying experiments in 1910 (Bull. New York Agric. Exp. Stat. Geneva 1911, no. 338, p. 115—151).

Tubeuf, C. von. Bauholzzerstörer (Stuttgart, E. Ulmer, 1910, 8°, 24 pp.).

Westling, R. Über die grünen Spezies der Gattung Penicillium (Vorläufige Mitteilung.) (Svensk Bot. Tidskrift vol. V, 1911, p. 82—90).

Westling, R. Über die grünen Spezies der Gattung Penicillium (Arkiv för Botanik vol. XI, 1911, No. 1, 156 pp., 81 fig.).

Whetzel, H. H. and Reddick, D. A method of developing Claviceps (Phytopathology vol. I, 1911, p. 50—52, 1 tab.).

White, E. A. Second report on the Hymeniales of Connecticut (Connecticut Geol. and Nat. Hist. Surv. XV, 1910, p. 1—70, tab. 1—28).

Wilczyński, T. Harpagomyces Lomnickii nowy rodzaj i gatunek z grupy Hyphomycetów (Harpagomyces Lomnicki nova gen. et spec. Hyphomycetum (Kosmos vol. XXXVI, 1911, p. 314—316, 4 fig.).

Wilson, G. W. Preliminary list of the parasitic Fungi of Fayette County, Jowa (Proc. Jowa Acad. Sc. vol. XVIII, 1910, p. 47—79).

Wróblewski, A. Przyczynek do flory grzbów Zàleszczyk i okolicy (Beitrag zur Pilzflora von Zaleszczyki und Umgebung) (Kosmos vol. XXXVI, 1911, p. 310).

Zach, F. Die Natur des Hexenbesens auf Pinus silvestris L. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstw. vol. IX, 1911, p. 333, 11 fig., 1 tab.).

Fink, Bruce. The nature and classification of Lichens. — I. Views and arguments of botanists concerning classification (Mycologia vol. III, 1911, p. 231—269).

Henry, J. Contribution à la Lichénologie Valdôtaine (Bull. Soc. Flore Valdôt VI, 1910, 14 pp.).

Herre, A. C. Suggestions as to the origin of California's Lichen flora (Plant World vol. XXX, 1910, p. 215—220).

Herre, A. W. C. T. The Gyrophoraceae of California (Contr. U. S. Nat. Herb. XIII, 1911, p. 313—321, tab. 68—73).

Smith, A. L. Lichenes in „Clare Island Survey" (Proceed. Roy. Irish Acad. vol. XXXI, 1911, 14 pp.).

Referate und kritische Besprechungen[1]).

Bainier, G. et **Sartory, A.** Etude d'une nouvelle espèce de Sterigmatocystis, St. flavipes (Bull. Soc. myc. France vol. XXVII, 1911, p. 90—97, 1 tab.).

Der Pilz wurde zufällig auf Pferdemist gefunden. Er wächst auf den verschiedensten Nährböden, bei einer optimalen Temperatur von 24—27°; er hat keine pathogene Wirkung. Neger (Tharandt).

Bainier, G. et **Sartory, A.** Etudes biologiques et morphologiques de certaines Aspergillus (Bull. Soc. myc. France vol. XXVII, 1911, p. 98—104, 1 tab.)

Aspergillus cinerescens n. sp., gedeiht auf den verschiedensten Nährböden, am besten auf Karotten und Pflaumendekokt. Er steht sehr nahe *A. fumigatus, fumigatoides* und *gracilis*. Neger (Tharandt).

Clinton, G. P. Report of the Station Botanist, 1909—1910 (Report of the Connecticut Agric. Exp. Station, 1911, Part X, p. 713—774, tab. XXXIII—XL).

Nach dem Berichte des Verf.'s über im Jahre 1909/1910 in Connecticut schädlich aufgetretene Pflanzenkrankheiten und einem ausführlichen Kapitel über das Spritzen der Kartoffeln in heißen Jahreszeiten folgt eine eingehende Schilderung der vom Verf. mit *Phytophthora infestans* angestellten Kulturversuche, die endlich Klarheit über die viel umstrittene Frage, ob dieser Pilz Oosporen ausbildet oder nicht, brachten. Entgegen früheren negativ ausgefallenen Versuchen erhielt Verf. diesmal, wenn auch nur in bescheidener Menge, die Oosporen des gefürchteten Kartoffelpilzes, die genau beschrieben und abgebildet werden. Diese sind von denjenigen der *Ph. Phaseoli* deutlich verschieden. Durch gleichzeitige Kultur beider Pilze auf demselben Agarstück wurden Hybriden erzielt, deren Oosporen denjenigen der *Ph. infestans* näher standen und die in weitaus größerer Menge auftraten als solche *Ph. infestans* für sich allein produziert. Auch konnte der Kartoffelpilz mit *Ph. Cactorum*, wenn auch weniger gut, gekreuzt werden; die entstandenen Oosporen ähnelten ebenfalls mehr denjenigen der *Ph. infestans*. Der Grund, weshalb *Ph. infestans* nur so äußerst selten und spärlich Oosporen bildet, dürfte darin liegen,

[1]) Die nicht unterzeichneten Referate sind vom Herausgeber selbst abgefaßt.

daß dieser Pilz, wenigstens in den meisten Fällen, die Fähigkeit der sexualen Fortpflanzung in starkem Maße verloren hat.

Doroguine. Une maladie cryptogamique du Pin (Bull. Soc. myc. France vol. XXVII, 1911, p. 105—106).

Der Pilz — *Cytosporina septospora* n. sp. — verursacht Flecken auf den Nadeln der Bergkiefer bei St. Petersburg. Neger (Tharandt).

Eriksson, J. Die Hauptergebnisse einer neuen Untersuchung über den Malvenrost, Puccinia Malvacearum Mont. — Vorläufige Mitteilung. (Centralblatt für Bakteriologie usw. II. Mitteilung vol. XXXI, 1911, p. 93—95).

Zwei Punkte sind es, die aus dem hier in aller Kürze Mitgeteilten besonders hervorzuheben sind, nämlich die verschiedene Art der Sporenkeimung und die verschiedene Art, wie die Keime sich in der Nährpflanze fortentwickeln. Die Sporen von *Puccinia Malvacearum* keimen, obwohl äußere Unterschiede an ihnen nicht bemerkbar sind, auf zweierlei Weise: die einen durch ein normales Promyzel mit Sporidien, die anderen durch längere, meist gerade Fäden, deren kurze Endglieder als Konidien auseinander fallen. Die Sporidien entsenden bei der Keimung einen dünnen Keimschlauch durch eine feine Öffnung in die Epidermis der Nährpflanze, der in dieser sich zum verzweigten Myzel entwickelt. Die Endkonidien dagegen gießen anscheinend ohne Lochbildung ihren Inhalt durch die Plasmodesmen der Epidermiswand in die Epidermis hinein. Er ist dann zuerst als Mykoplasma in den Epidermiszellen zu sehen, an ihrer Außenwand eine dünne Schicht bildend, und wandert von hier aus in alle Teile des Blattgewebes hinein. Die Keimung durch solche Endkonidien allein ist zu finden bei den Sporen, die primär im Frühjahr an Blättern auftreten, welche aus überwinterten Stammknospen entspringen. In letzteren erhält sich der Pilz den Winter hindurch lediglich im Mykoplasmastadium. Beide Arten der Keimung dagegen werden gefunden an den Sporen des primären Herbstausbruches, der an Sämlingspflanzen auftritt, wenn diese aus kranken Samen hervorgegangen sind. In den Samen selbst ist kein Myzel zu finden und der Krankheitsstoff weder äußerlich noch im Innern, auch nicht mit dem Mikroskop zu entdecken. Auch wenn der Malvenrost in künstlicher Kultur den Winter über erhalten wird, kommen beide Arten der Sporenkeimung vor.

Dietel (Zwickau).

Jaczewski, A. de. Note concernant des formes intéressantes d'Ithyphallus (Bull. Soc. Myc. France vol. XXVII, 1911, p. 83—89, 1 tab.).

Beschreibung zweier *Ithyphallus*-Arten: *J. imperialis* Jacz. = *Phallus imperialis* Schulzer (Europa und Nordamerika), und *J. amurensis* Jacz. (Amurgebiet). Neger (Tharandt).

Lutz, L. Ozonium et Coprins (Bull. Soc. Myc. France vol. XXVII, 1911, p. 110—113).

Der Verf. weist nach, daß *Ozonium auricomum* die Myzelform von *Coprinus radians* ist. Neger (Tarandt).

Migula, W. Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz im Anschluß an Thomé's Flora von Deutschland. Band III. Pilze. 1. Teil, 510 pp., Gera (Fr. von Zezschwitz), 1910.

Es ist ein glücklicher Gedanke der Verlagsbuchhandlung gewesen, die allbekannte Thomé'sche Flora von Deutschland, die schon in der zweiten Auflage erschienen ist, auch auf die Kryptogamen auszudehnen. Von dieser Kryptogamenflora interessiert uns hier in erster Linie der die Pilze behandelnde III. Band, von welchem der I. Teil, enthaltend die Myxomyceten, Phycomyceten, Ustilagineen und Uredineen komplett vorliegt.

Es genügt bereits ein flüchtiges Durchblättern des Werkes, um die Überzeugung zu gewinnen, daß der Verf. sein Ziel, eine mittlere Kryptogamenflora in möglichster Vollständigkeit mit genügend und guten Abbildungen zu schaffen, vollkommen erreicht hat. Die Beschreibungen sind klar, die Abbildungen vorzüglich. Die neuesten Ergebnisse sind meist berücksichtigt worden. In der Nomenklaturfrage ist Verf. erfreulicherweise recht konservativ verfahren, so daß Namensänderungen — von ganz vereinzelten Ausnahmen abgesehen — nicht auffallen. Von Synonymen sind nur hier und dort die wichtigsten kurz notiert worden. Schlüssel zur Bestimmung der Gattungen und Arten sind stets beigegeben. Bei den parasitischen Pilzen hat Verf. die Anordnung der Arten nach den Nährpflanzen getroffen.

Das Werk erscheint in einzelnen Lieferungen und enthält jede Lieferung 16 Seiten Text und 4—5 Tafeln. Jeder Pilzfreund, der der mitteleuropäischen Pilzflora Interesse entgegenbringt, wird das Werk besonders zu Bestimmungszwecken mit Freude benutzen.

Rönn, H. Die Myxomyceten des nordöstlichen Holsteins. Floristische und biologische Beiträge (Schriften des naturw. Vereins für Schleswig-Holstein vol. XV, 1911, p. 20—76).

Nachdem Verf. zunächst den Entwicklungsgang der Myxomyceten, ferner den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Entwicklung dieser Pilze besprochen und Angaben über deren Vorkommen gemacht hat, gibt derselbe schließlich ein stattliches Verzeichnis der im nordöstlichen Holstein gesammelten Schleimpilze. Es befinden sich darunter auch mehrere Seltenheiten, nämlich *Fuligo candida* Jahn n. sp., *Orcadella operculata* und *Physarum caespitosum* (beide neu für Europa), sowie weitere 18 Arten, die für Norddeutschland resp. überhaupt für Deutschland neu sind, z. B. *Physarum murinum*, *penetrale*, *Guilielmae*, *crateriachea*, *Stemonites confluens*, *Oligonema flavidum*, *Prototrichia flagellifera*, *Margarita metallica* usw.

Traverso, G. B. e Spessa, Carolina. La flora micologica del Portogallo (Bol. da Soc. Broter. vol. XXV, 1910, 164 pp., 3 tab.).

Die Verff. geben zunächst einen ausführlichen Überblick über die mykologische Erforschung Portugals, zählen dann die von dort bisher

bekannten Arten dem Namen nach auf und geben zum Schluß ein Verzeichnis der ihnen zur Bestimmung übermittelten portugiesischen Pilze, meist Pyrenomyceten und Sphaeropsideen; darunter befinden sich 5 neue Pyrenomyceten und 19 neue Sphaeropsideen.

Weese, J. Zur Kenntnis des Erregers der Krebskrankheit an den Obst- und Laubholzbäumen (Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich 1911, p. 872—885, 1 tab.).

Nach R. Hartig, Göthe und Aderhold soll *Nectria ditissima* imstande sein, an Obst- und Laubholzbäumen Krebskrankheiten zu verursachen. Verf. bringt nun den interessanten Nachweis, daß hier zweifellos eine falsche Pilzbestimmung vorliegt, da nicht *N. ditissima*, sondern stets eine andere Art derselben Gattung, *N. galligena* Bres., auf den Krebsstellen zu finden ist. Selbst die Krebsbildungen, die Aderhold durch Infektion mit Konidien der vermeintlichen *N. ditissima* erhalten haben will, zeigten nicht diese Art, sondern *N. galligena*. *N. ditissima* vermag überhaupt keinen Krebs zu verursachen.

Bei dieser Gelegenheit geht Verf. auch auf die Unterscheidung mehrerer anderer *Nectria*-Arten ein, die mit *N. ditissima* (= *N. coccinea*) resp. *N. galligena* und *N. cinnabarina* verwechselt worden sind.

N. galligena ist bisher auf Krebsbildungen an Apfel- und Birnbaum, an der Esche, Haselnuß- und Faulbaum nachgewiesen worden und dürften weitere Nachforschungen wohl noch andere Bäume als Wirte ergeben.

Apstein, C. Cyclopterus lumpus, der Seehase. Seine Fischerei und sein Mageninhalt (Mitteil. des Deutschen Seefischerei-Vereins No. 10, 1910, 16 pp.).

Im Magen des genannten Fisches fand Verf., abgesehen von Flagellaten und Bazillen auch häufig einen Pilz, für den der Name *Cyclopterícola marina* vorgeschlagen wird. Die jüngsten Stadien des Pilzes sind kugelig, 22 μ groß, und haben ein grobkörniges Plasma. Diese Kugel wächst dann zu einem fadenförmigen Myzel aus, das, wenn es etwa 100—125 μ lang ist, kugelige Sporen bildet. Weitere Mitteilungen über den Organismus fehlen leider.

Apstein, C. Synchaetophagus balticus, ein in Synchaeta lebender Pilz (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen Abt. Kiel. Neue Folge vol. XII, 1910, p. 163—166, 9 fig.).

Einen zweifellos zu den Phycomyceten gehörigen in dem Rädertier Synchaeta monopus in der Ostsee vorkommenden Pilz beschreibt Verf. unter dem Namen *Synchaetophagus balticus*. Die kugeligen Schwärmer des Pilzes setzen sich an der Haut des Tieres fest und dringen durch die Haut mittels eines ausgetriebenen Schlauches in das Innere des Tieres ein. Das Myzel bildet alsdann Ausbuchtungen und verschiedenartige Verzweigungen, so daß, da oft eine Synchaeta von mehreren oder vielen

Schwärmern befallen wird, die ganze Leibeshöhle durchdrungen und die Organe umsponnen werden. Wenn schließlich die Entwicklung so weit vorgeschritten ist, daß nur noch die Haut des Tieres vorhanden ist, beginnt sich nach dem Verf. der Pilz ungeschlechtlich und geschlechtlich (?) zu vermehren. In einzelnen Ästen des Pilzes, manchmal auch im ganzen Verlaufe desselben rundet sich das Plasma kugelförmig ab und bildet so Schwärmer von 5—8 μ Größe. Die Beobachtungen über die vermutete geschlechtliche Fortpflanzung bedürfen, wie der Verf. selbst betont, noch genauerer Nachprüfung an lebendem Materiale.

In *Synchaeta baltica*, die mit *S. monopus* häufig zusammen vorkommt, wurde der Pilz nicht gefunden.

Leininger, H. Zur Morphologie und Physiologie der Fortpflanzung von *Pestalozzia Palmarum* Cooke. (Centralblatt f. Bact. etc. II. Abt. vol. XXIX, 1911, p. 3—35.)

Verf. hat auf *Mesenbryanthemum* und *Escheveria* einen Pilz beobachtet, der als *Pestalozzia Palmarum* Cooke bestimmt wurde. Nach einer allgemein morphologischen Betrachtung, bei der außer der Entwicklung und dem Aufbau des Myzels vor allem die Sporen Gegenstand einer eingehenden Untersuchung sind, wird den verschiedenen Fruktifikationsformen eine besondere Beachtung geschenkt. Außer den an freiliegenden Myzelfäden gebildeten Sporen werden die interessanten Pseudopykniden und echten Pykniden in ihrer Entwicklung unter verschiedenen Ernährungsbedingungen studiert.

Im physiologischen Teil werden zunächst Studien über Keimung und Wachstum der Sporen gebracht, denen sich dann ausführliche Mitteilungen über die Bedingungen der Fortpflanzung und der Bildung der einzelnen Fortpflanzungsarten anschließen.

Auf Grund der gemachten Beobachtungen kommt Verf. zu folgenden Schlüssen:

1. *Pestalozzia Palmarum* bildet dieselben Sporen in Pykniden, Pseudopykniden, Lagern und an Hyphen aus.

2. Das sichere Mittel zur Erlangung der Pykniden ist die Entziehung der Nährstoffe bei einem in Flüssigkeit gewachsenen Myzel, ferner die Übertragung eines Myzels aus Luft in Wasser nach Entfernung der Nährstoffe.

3. In der Luft, auf festen Substraten, wie auch auf Flüssigkeiten bilden sich bei Nahrungsmangel Pseudopykniden.

4. Myzel aus einer Flüssigkeitskultur in feuchten Raum übertragen bildet Pykniden.

5. Lager und Einzelsporen treten nur in Flüssigkeiten auf, und zwar je nach der Zusammensetzung der Nährlösung entweder die einen oder die anderen.

6. In 10%iger Zitronen- und Weinsäurelösung bildet der Pilz zwar unter abnormaler Keimung und bei abnormalem Zellenwachstum Myzel, vermag sich aber in diesen Säuren nicht fortzupflanzen.

Schnegg (Freising).

Beijerinck, M. W. Über die Absorptionserscheinung bei den Mikroben. (Centralbl. f. Bact. etc. II. Abt. vol. XXIX, 1911, p. 161—166.)

Unter Zugrundelegung des auxanographischen Verfahrens, wobei die zu prüfenden Mikroben in einem festen Nährboden sich befinden, welcher ein für das Wachstum notwendiges Element nicht enthält, berichtet Verf. über seine diesbezüglichen Versuche mit *Oidium lactis*, das sich als besonders geeignet erwiesen hat.

Der Pilz, der in einem von assimilierbaren Stickstoffverbindungen freien Nährboden zunächst fast kein Wachstum zeigt, wird innerhalb mehrerer Stunden oder in ein paar Tagen ein deutliches Auxanogramm zeigen, wenn man auf irgend eine beliebige Stelle einen Kristall von Harnstoff oder einem Ammonsalz bringt, das aber, kurz nachdem es sichtbar geworden ist, sich nicht weiter ausdehnt. Die Keime speichern dabei die dargebotene Stickstoffquelle in beträchtlichem Maße und verwenden sie erst später für das Wachstum.

Läßt man die Kohlenstoffquelle fort und bietet diese dann von einem gewissen Moment an, so kann man je nach der Anwendung verschiedener Kohlenhydrate verschiedene Auxanogramme bekommen, die aber alle auch die drei gleichen Phasen nachweisen lassen.

Je nach den Bedingungen kommen verschieden große Auxanogramme zustande, deren Größe eine bemerkenswerte Konstanz zeigt, wenn zu den Versuchen eine sehr große Anzahl *Oidium*-Keime verwendet wird.

Verf. glaubt, daß die beobachteten Absorptionserscheinungen bei der Beantwortung der Frage der biologischen Reinigung der Abwässer eine praktische Bedeutung besitzen. Schnegg (Freising).

Pethybridge, George H. Considerations and experiments on the supposed infection of the potato crop with the blight fungus *(Phytophthora infestans)* by means of mycelium derived directly from the planted tubers. (Sci. Proc. Royal Dublin Soc. Vol. XIII (N. S.) No. 2, 1911, p. 12.)

In view of the fact that the abstract of this paper given in Ann. Mycolog. Vol. IX, No. 4, 1911, p. 442 gives an erroneous idea of its contents the following should be substituted for it.

Apart from the possible and even probable formation of oospores in *Phytophthora infestans* it is generally conceded that the sole means by which this fungus passes the winter in a living condition is in the form of mycelium present in infected tubers. It is also generally presumed

that the fresh attack of the disease each season is due to infection of the potato plants by means of spores, produced either below or above ground by the mycelium from the tubers, which spores by some means reache the aerial parts. Latterly the theory has been advanced by Massee that the mycelium in infected tubers lies dormant for a long time and in the month of July grows from them directly into the developed potato plants, so that the infection is thus a direct one by means of mycelium and not an indirect one by means of spores.

The author points out how very improbable this "dormant mycelium" theory of infection is, in view of well known facts concerning the occurrence of the disease in question. It is also pointed out that the experiment on which the theory is based is, owing to the lack of controls, absolutely useless as a piece of scientific evidence. A repetition of the experiment, carried out by the author with the necessary controls, gave results directly contrary to those obtained by Massee, whose theory therefore must be regarded as quite devoid of any experimental support.

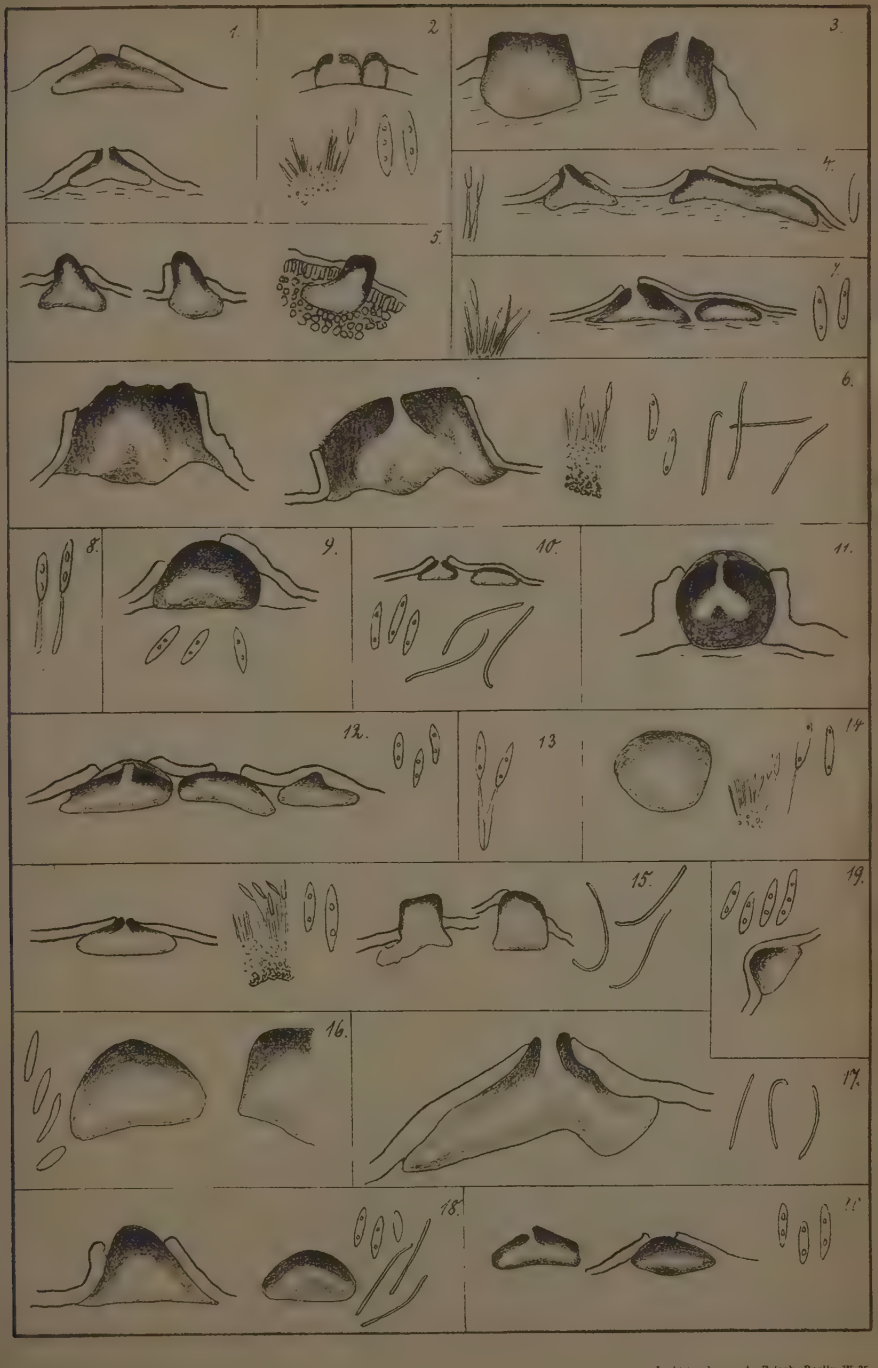
Author's abstract.

Inhalt.

Seite

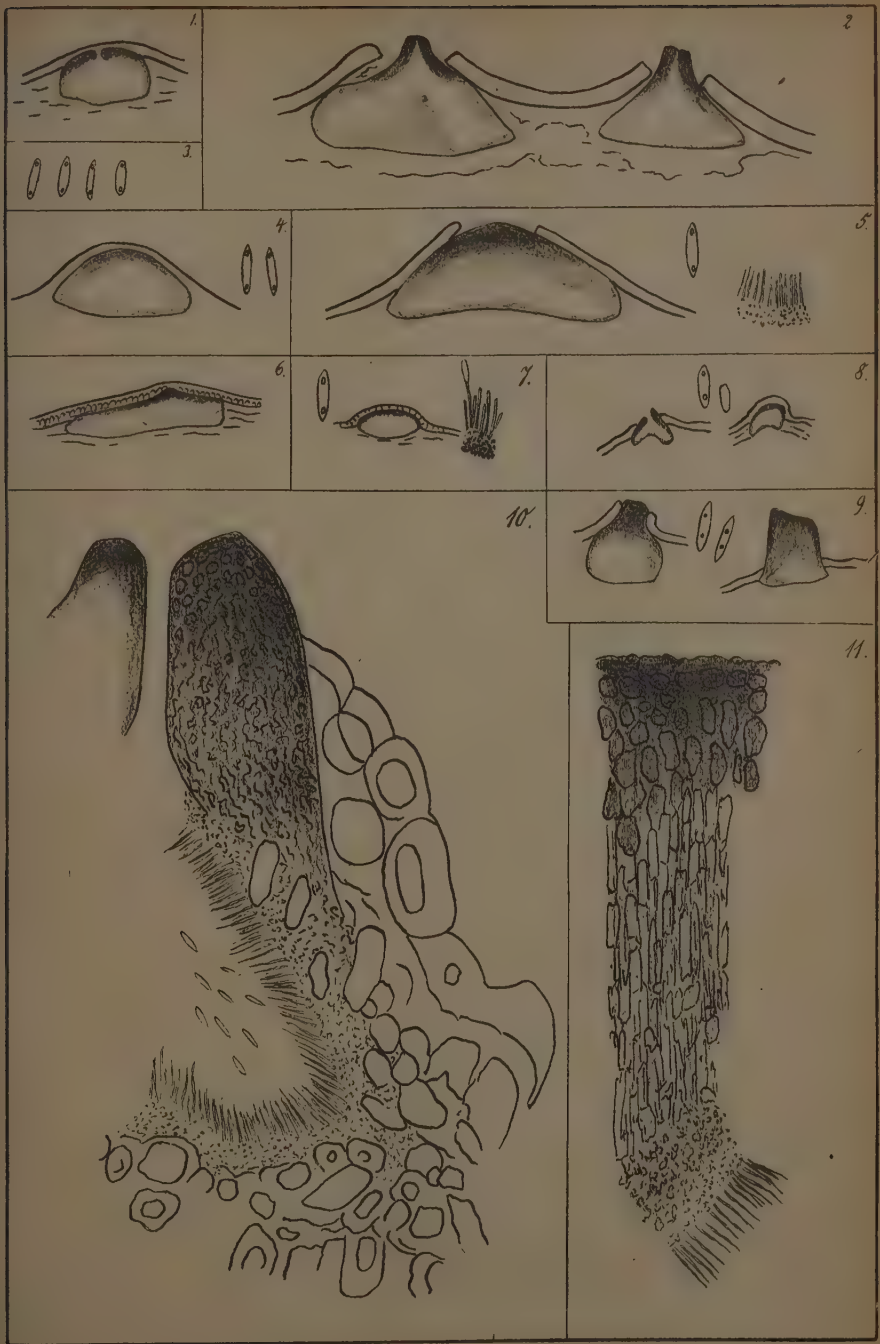
Uhlenhaut, H. Über die Spaltung von Amygdalin durch Schimmelpilze . . . 567
Wolf, Fred. A. A Disease of the Cultivated Fig, Ficus Carica L. 622
Neue Literatur 625
Referate und kritische Besprechungen 630

(Ausgegeben am 1. Dezember 1911.)

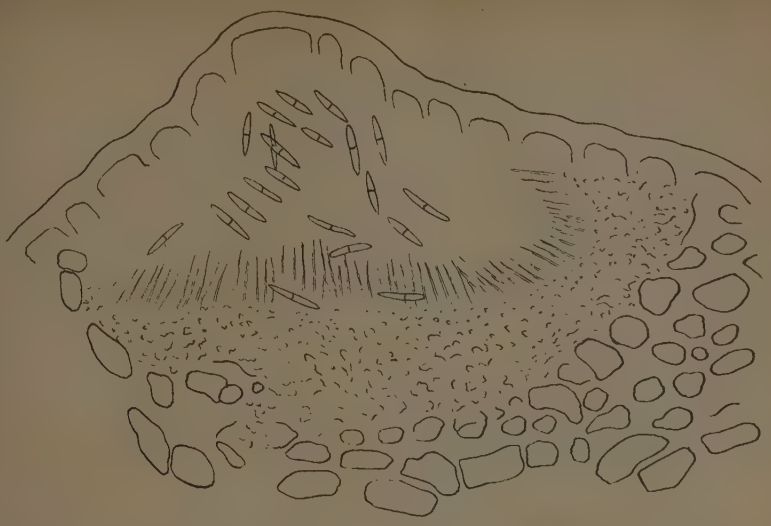


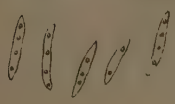
Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin

Lichtdruck von A. Frisch, Berlin W 35.

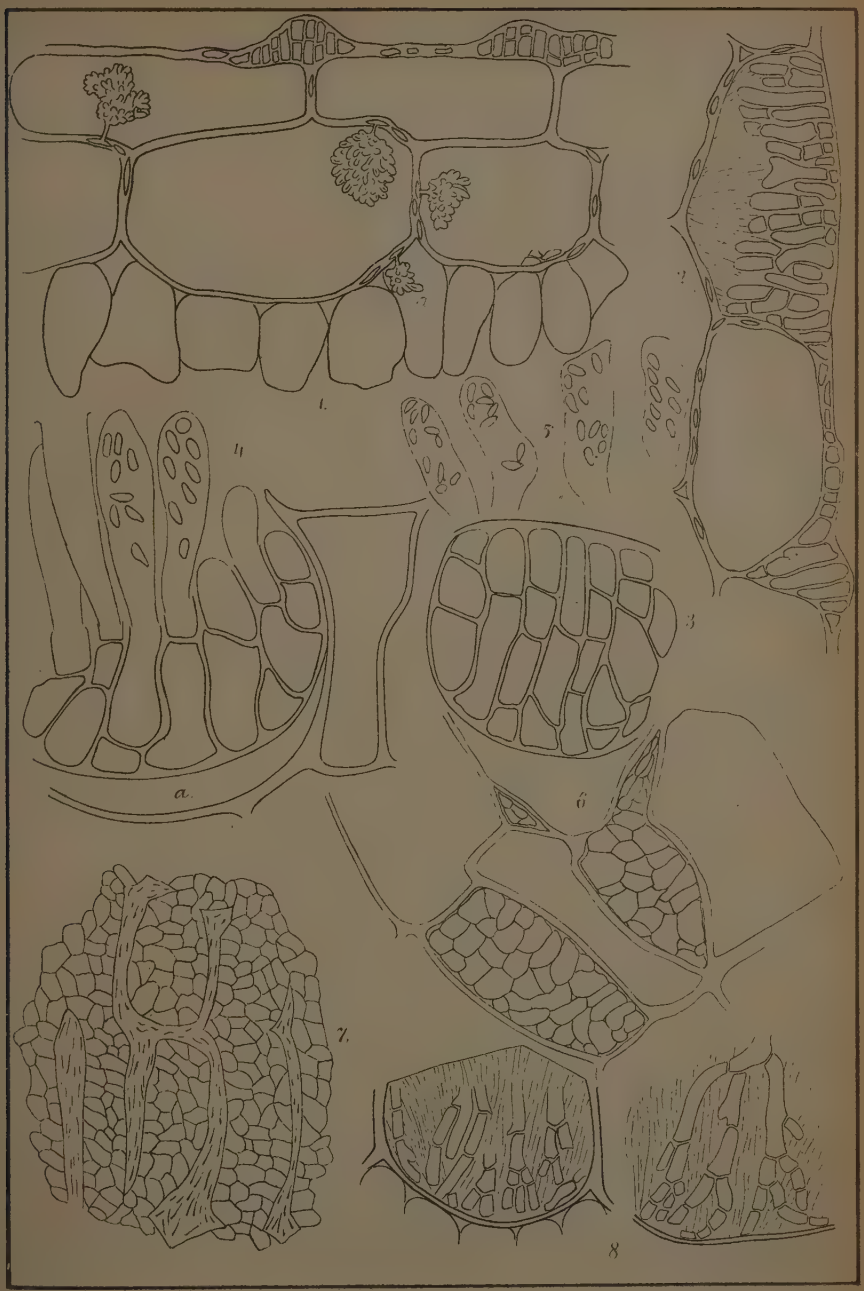


Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von A. Frisch, Berlin W 35.





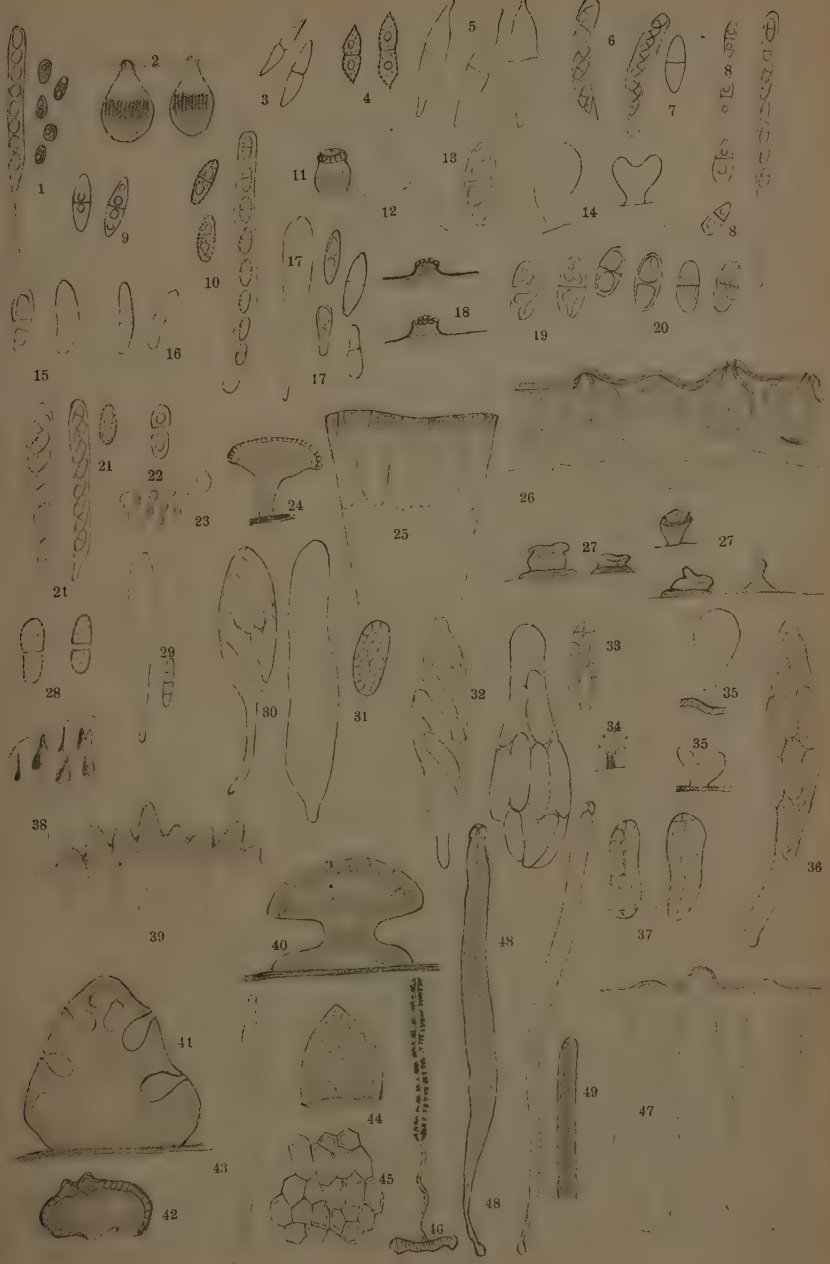
Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.



E. J. B. del.

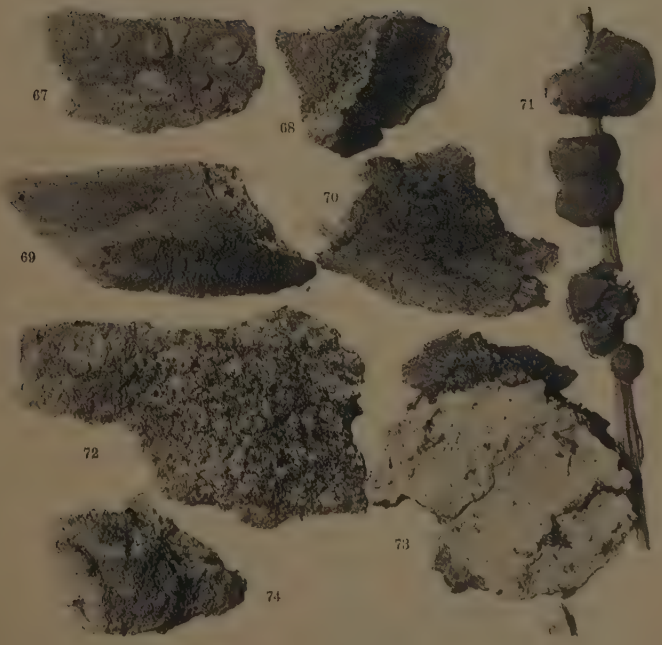
Taphrina maculans Butl.

Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von A. Frisch, Berlin W 35.

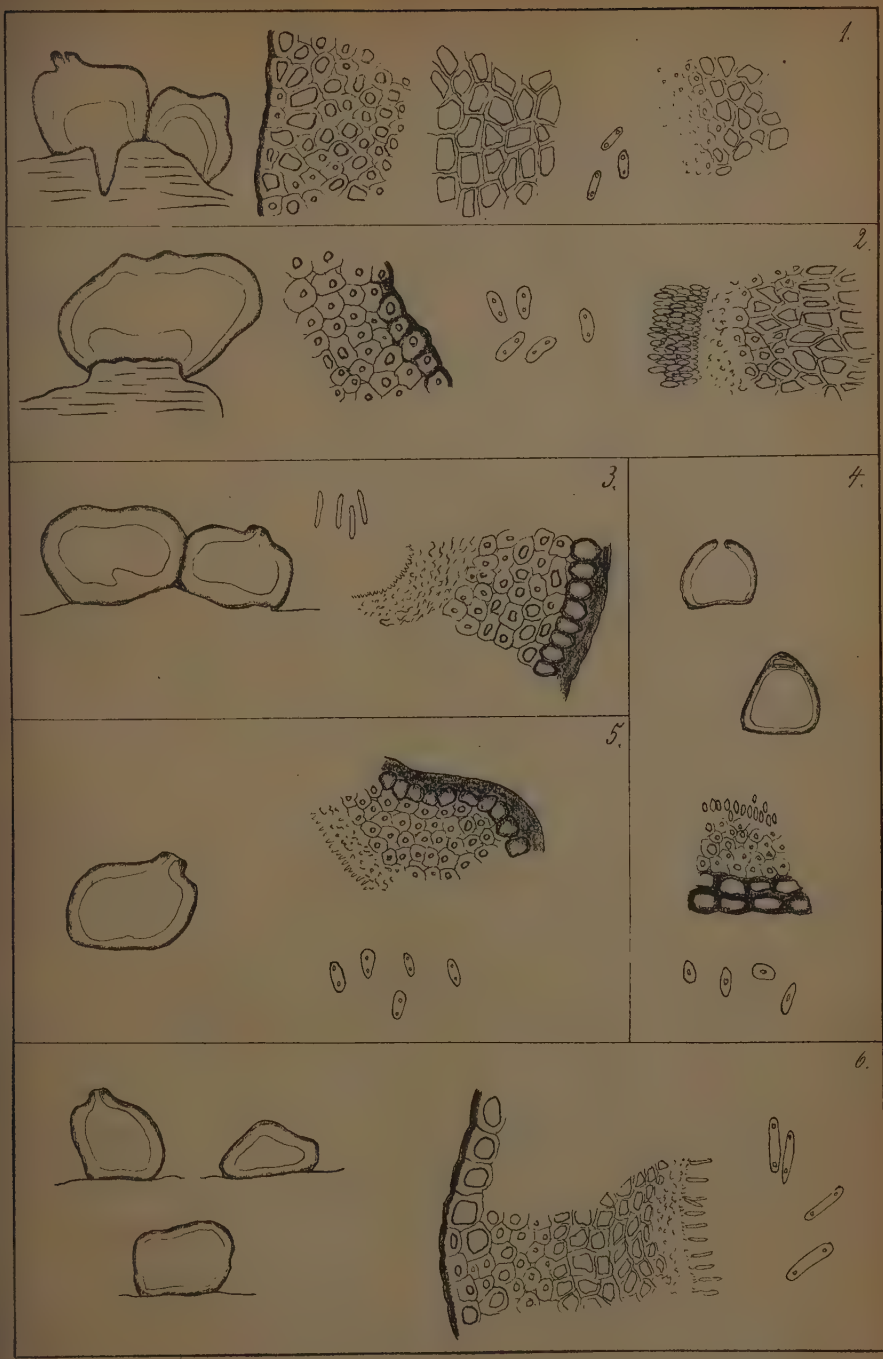


Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

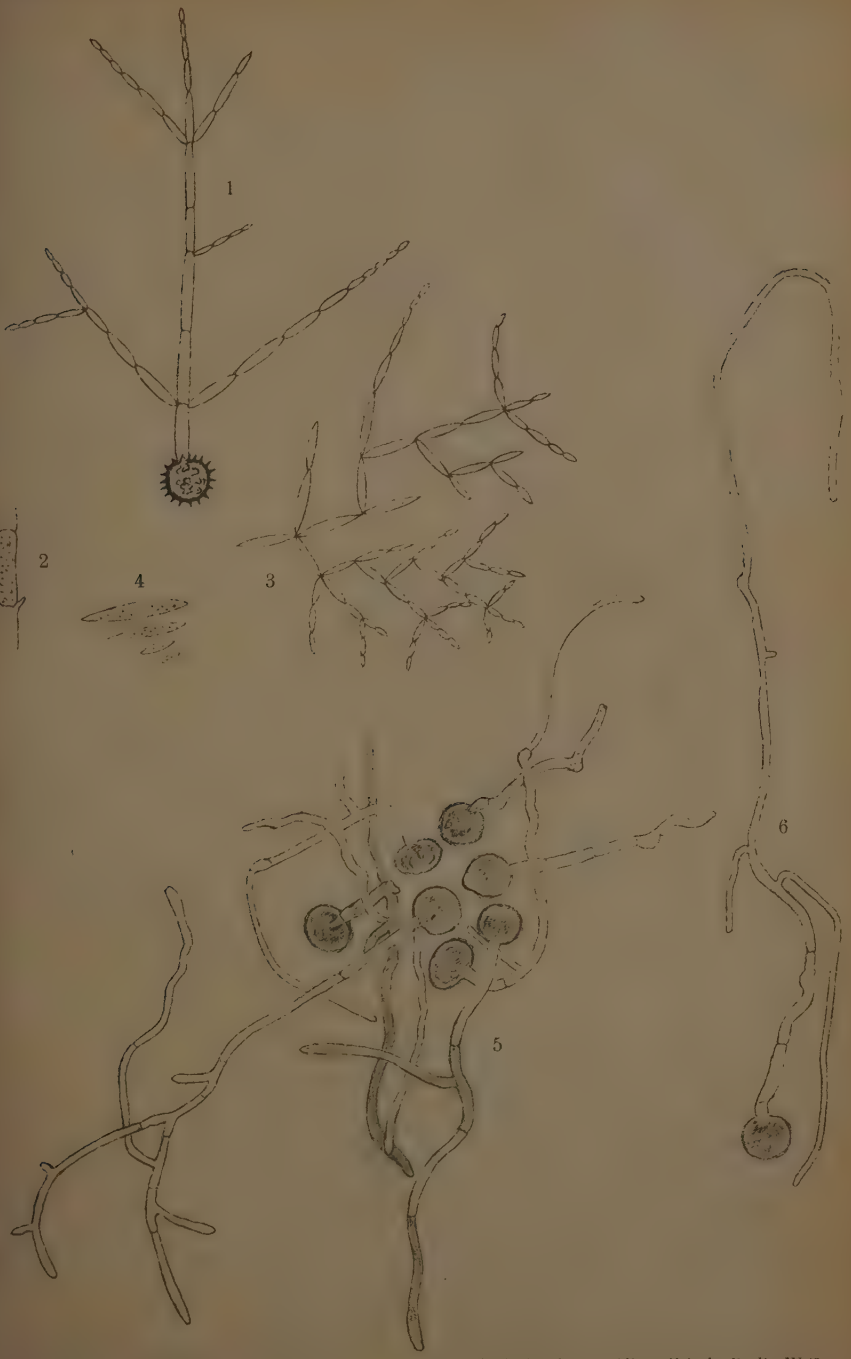
Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.



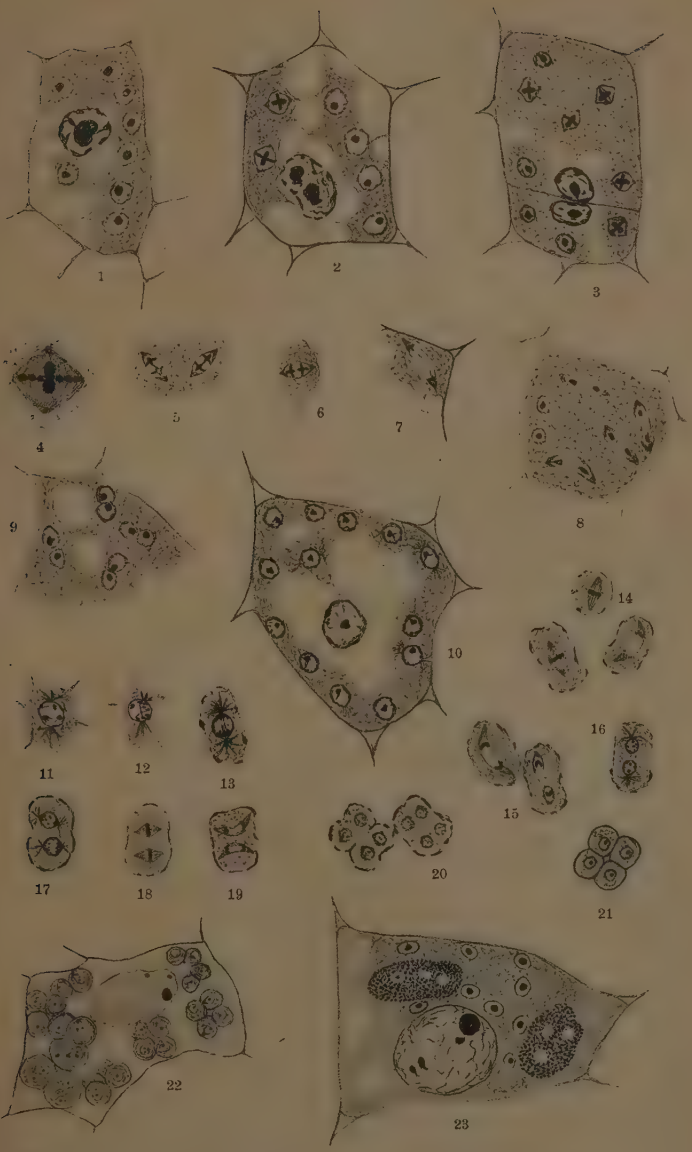
Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.



Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W 35.



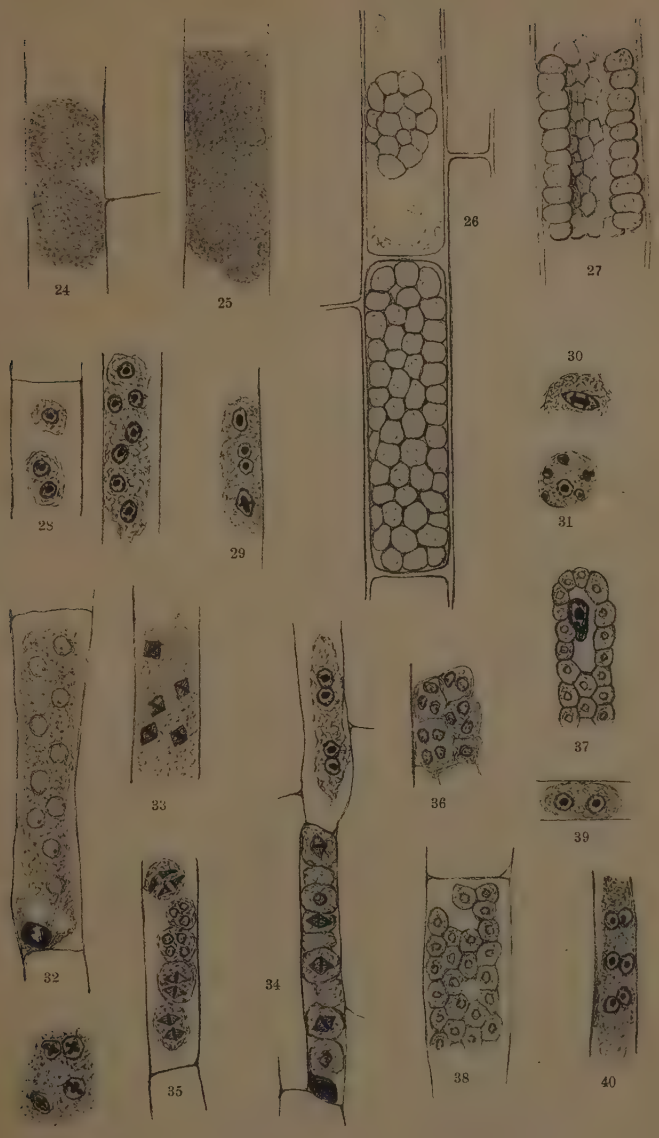
Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W 35.



R. Maire et A. Tison ad nat. del.

Tetramyxa parasitica Göbel.

Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.



A. Tison ad nat. del.

Ligniera radicalis Maire et Tison (24—38).
Ligniera verrucosa Maire et Tison (39—41).

Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

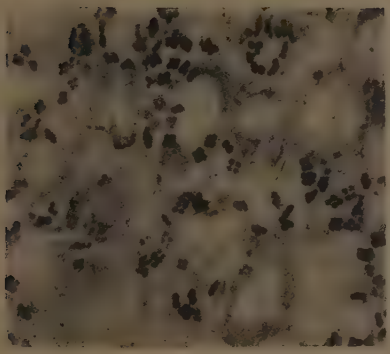
R. Maire et A. Tison ad nat. del.

Ligniera verrucosa Maire et Tison (42—46).
Molliardia Triglochinis Maire et Tison (47—63).

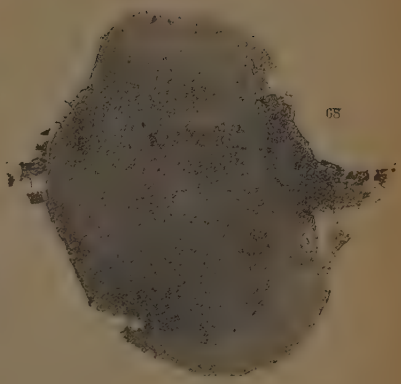
Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

Tetramyxa parasitica Göbel (64).
Molliardia Triglochinis Maire et Tison (65—67).

Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

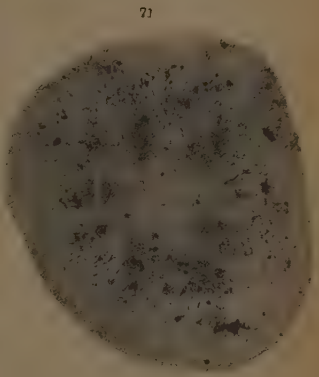


69



68

70

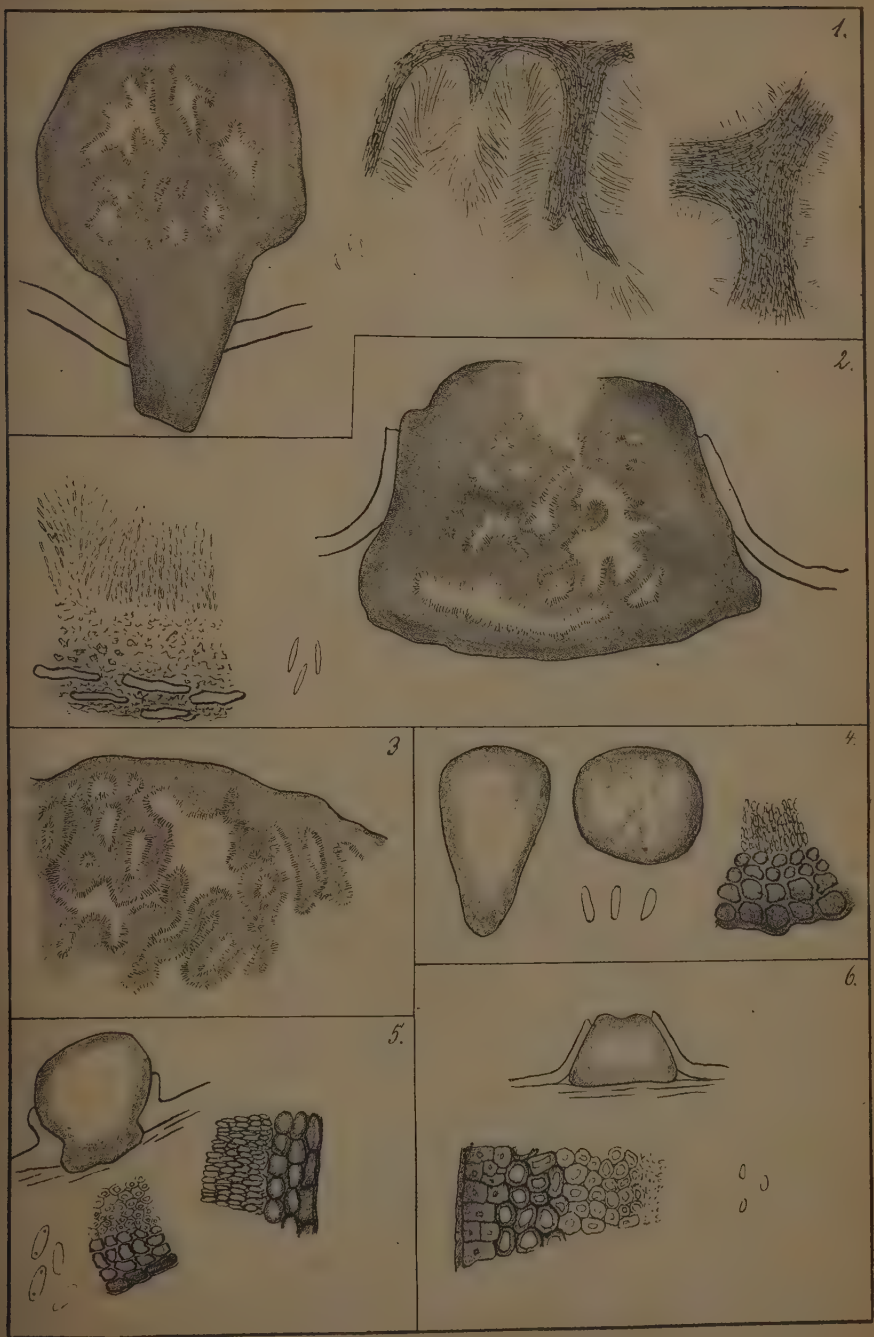


71

A. Tison phot.

Tetramyxa parasitica Göbel (68—69).
Sorosphaera Veronicae Schröt. (70).
Molliardia Triglochinis Maire et Tison (71).

Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

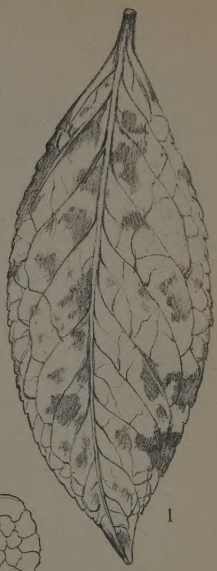


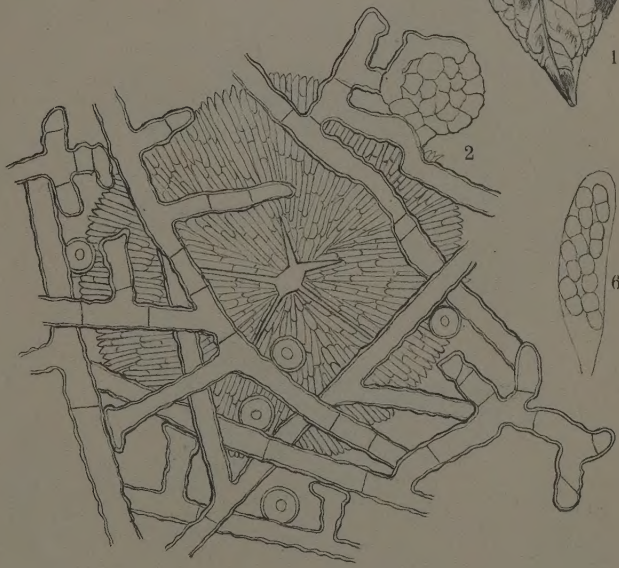
Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

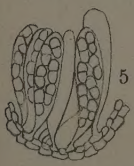
R. Maire ad nat. del.

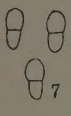
Hypomyces, Peckiella, Pyxidiophora, Nectriopsis.

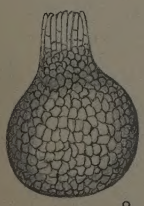
Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

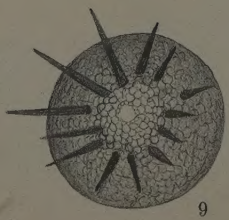


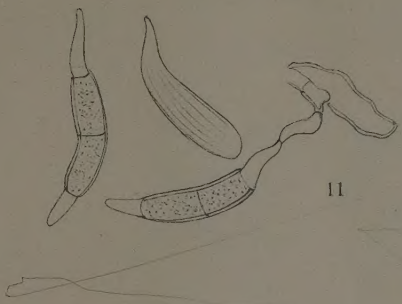






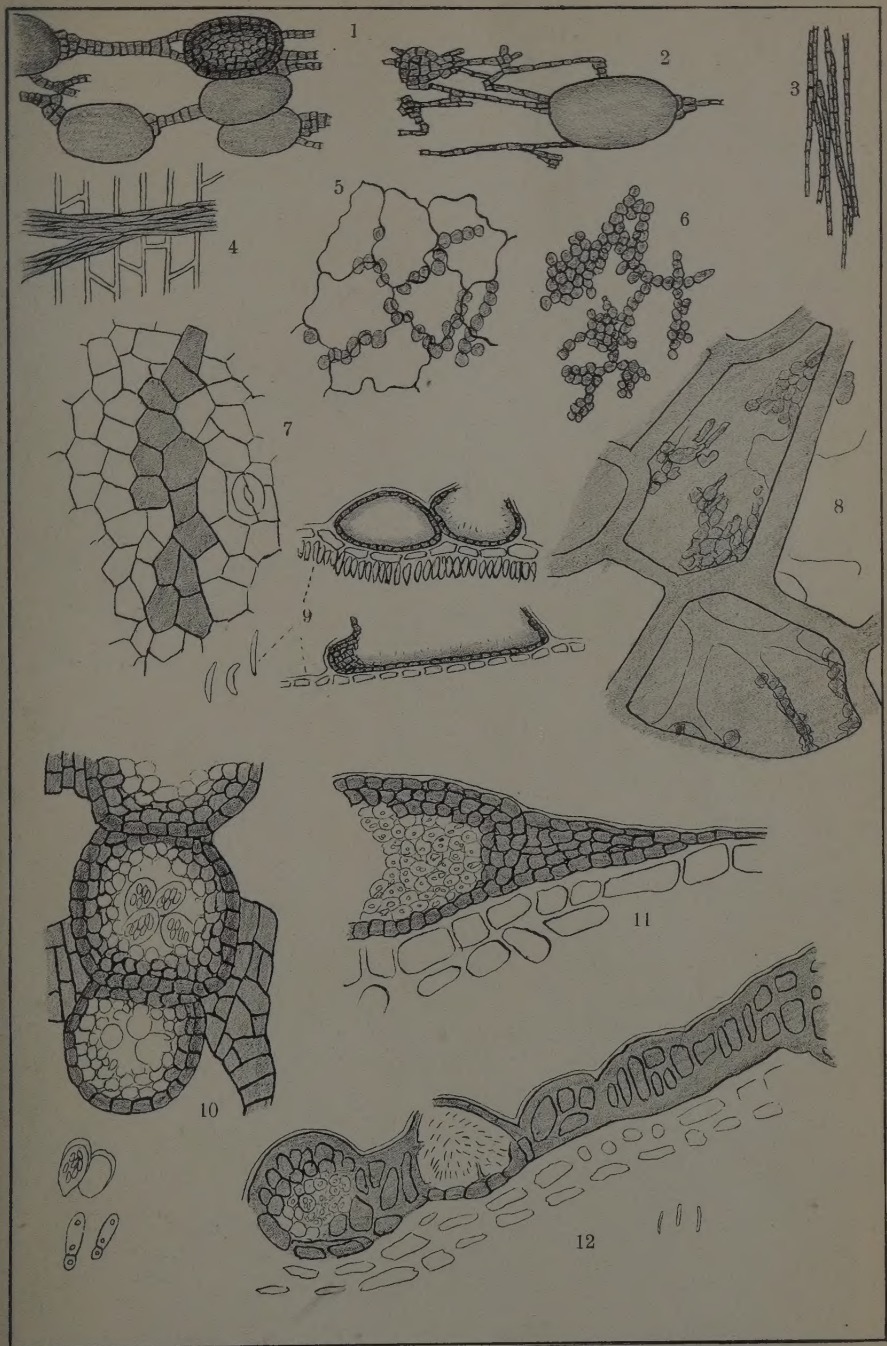






Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.



Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin W.

Asteroma.